

- 1 -

1 **Arbeitsgerät mit Handgriffabfederung**

Die Erfindung betrifft ein handgehaltenes Arbeitsgerät gemäß dem Oberbe-
griff von Patentanspruch 1 sowie eine Vorrichtung zur Schwingungsisolierung
5 eines Handgriffs bei einem Arbeitsgerät.

Handgehaltene Arbeitsgeräte, insbesondere Bohr- und/oder Schlaghämmer
(nachfolgend als Hammer bezeichnet), Stampfer o.ä. weisen häufig eine
Schwingungserregungseinrichtung zum Erzeugen einer zum Erzielen der ge-
wünschten Arbeitswirkung erforderlichen Schwingung auf. Bei Bohr- und/
10 oder Schlaghämmern ist dies üblicherweise ein Schlagwerk, mit dem eine
Schlagwirkung gegen ein Werkzeug erzielt wird. Die starke Schwingung soll-
te allerdings so wenig wie möglich auf den das Arbeitsgerät mit den Händen
haltenden Bediener einwirken.

15 Die Arbeitsgeräte weisen also üblicherweise eine Einrichtung auf, mit der
Schwingungen, Stöße oder Schläge erzeugt werden können. Derartige Ein-
richtungen werden nachfolgend zusammenfassend als "Schwingungserreger"
bezeichnet.

20 Viele dieser Arbeitsgeräte sind handgeführt, so dass entsprechende Hand-
griffe bereitgestellt werden, an denen ein Bediener das Arbeitsgerät greifen
und halten kann. Die in dem Schwingungserreger des Arbeitsgeräts für die
Erfüllung der technischen Funktion erzeugten Vibrationen oder Stöße wer-
den über die Handgriffe auf den Bediener übertragen, was nicht nur unange-
25 nehmen, sondern auf die Dauer auch gesundheitsschädlich ist. Dementspre-
chend ist es anzustreben, die Schwingungen des Handgriffs möglichst gering
zu halten.

30 Hierzu ist es bekannt, eine Schwingungsentkopplungseinrichtung zwischen
dem Handgriff und dem Schwingungserreger vorzusehen. Üblicherweise wird
eine derartige Schwingungsentkopplungseinrichtung mit Hilfe von passiven
Feder-Dämpferelementen realisiert. Zum Beispiel können zwischen dem
Handgriff und dem Schwingungserreger Gummielemente eingesetzt werden,
35 um eine gewisse Schwingungsentkopplung zu erreichen. Aufgrund des be-
grenzten Bauraums können die Federelemente nur geringe Federwege auf-
weisen, was ihre Eignung zur Schwingungsisolierung des Handgriffs begrenzt.

- 2 -

1 Andererseits können die Federelemente nicht zu weich ausgeführt werden, um eine präzise Führung des Arbeitsgeräts durch den Bediener zu ermöglichen.

5 Es sind Hämmer bekannt, die Anti-Vibrations-Systeme mit passiven Federelementen, insbesondere Gummipuffern, aufweisen. Um eine gute Schwingungsisolierung unter verschiedenen Einsatzbedingungen zu erreichen, sind prinzipiell niedrige Federsteifigkeiten und große Federwege anzustreben, welche jedoch für Bauraum und Handhabung des Arbeitsgeräts von Nachteil
10 sind.

 Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen, dass z. B. bei Hämmern mit stark wechselnden Andrückkräften zu rechnen ist. Diese resultieren zum einen aus unterschiedlichen Reaktionskräften bzw. Rückstoßkräften aufgrund
15 verschiedener Werkzeugtypen oder inhomogenen, zu bearbeitenden Materialien. Zum anderen wechseln die Andrückkräfte aufgrund unterschiedlich wirkender Gewichtskräfte, die durch die Bearbeitungsrichtung (nach unten, horizontal, nach oben) sowie unterschiedliche Werkzeuggewichte bedingt sind.

20 Es ist oftmals problematisch, geeignete Federelemente zu entwickeln, die sämtlichen denkbaren Betriebszuständen, insbesondere der gesamten möglichen Bandbreite von Andrückkräften Rechnung tragen.

25 In der DE 196 46 622 A1 wird ein an einem Handgriff führbares Arbeitsgerät beschrieben. Der Handgriff ist durch ein aktiv gesteuertes oder geregeltes Kompensationsglied aktiv schwingungsgedämpft, wobei das Kompensationsglied in Abhängigkeit von der zu ihm übertragbaren, im Arbeitsgerät entstehenden Vibration, eine kompensierende Kraft bzw. Bewegung erzeugt. Durch
30 diese Kompensationswirkung ist es möglich, die im Arbeitsgerät entstehende Schwingung weitgehend auszugleichen, so dass der dem Kompensationsglied nachgeschaltete Handgriff im Wesentlichen schwingungsfrei ist. Allerdings ist der bauliche und regelungstechnische Aufwand für ein derartiges Gerät nicht unerheblich.

35 In der DE 101 00 378 A1 wird eine Handwerkzeugmaschine beschrieben, die einen Schwingungserreger sowie eine zwischen dem Schwingungserreger

- 3 -

1 und einem Handgriff angeordnete Schwingungsisoliereinrichtung aufweist. Die Schwingungsisoliereinrichtung weist einen Aktor auf, über den die Betriebskraft mit einer Stellkraft zumindest teilweise kompensierbar ist. Dabei ist die Stellkraft weitgehend unabhängig von der tatsächlich existierenden,
5 zu isolierenden Schwingung. Die Schwingung selbst wird durch ein parallel zu dem Aktor angeordnetes Federelement mit relativ weicher Kennlinie kompensiert. Bei dem beschriebenen Arbeitsgerät übernimmt der Aktor selbst somit keine Schwingungsdämpfungsfunktion. Vielmehr gewährleistet er, dass die Arbeitsstellung des Federelements, d. h. dessen Vorspannung, stets
10 in einem vorgegebenen Bereich liegt, so dass das Federelement die anliegende Schwingung kompensieren kann. Die Stellkraft des Aktors wird automatisch in Abhängigkeit von der von außen wirkenden Betriebskraft, insbesondere der Andrückkraft vom Bediener automatisch eingestellt. Insofern kann von einer "semi-aktiven" Schwingungsisolierung gesprochen werden. Der Ak-
15 tor kann elektrisch, elektromagnetisch oder hydraulisch ausgeführt sein, was einen erheblichen baulichen Aufwand erfordert.

In der EP 0 206 981 A2 wird ein Handwerkzeug mit einer Schwingungen erzeugenden Antriebseinrichtung beschrieben. An einem die Antriebseinrichtung aufnehmenden Gehäuse ist ein parallel zur Hauptschwingungsachse
20 zwischen zwei Anschlägen begrenzt verschiebbarer Handgriff vorgesehen. Der in Vorschubrichtung des Handwerkzeuges angeordnete Anschlag des Handgriffes ist als Elektromagnet ausgebildet, der unabhängig von der Stellung des Handgriffes gegenüber dem Gehäuse eine konstante, regelbare
25 Kraft sowohl auf den Handgriff als auch auf das Gehäuse ausübt. Dadurch soll eine Schwingungsisolierung erreicht werden können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein handgehaltenes Arbeitsgerät mit semi-aktiver Schwingungsisolierung derart auszugestalten, dass der
30 Bauaufwand minimiert wird. Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Schwingungsisolierung eines Handgriffs bei einem Arbeitsgerät anzugeben, mit der eine zuverlässige und einfache Schwingungsentkopplung des Handgriffs, auch in verschiedenen Betriebszuständen, gewährleistet wird.

35

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein handgehaltenes Arbeitsgerät gemäß Anspruch 1 sowie durch eine Vorrichtung nach Anspruch 16 zur

1 Schwingungsisolations eines Handgriffs bei einem Arbeitsgerät gelöst. Vorteil-
hafte Weiterentwicklungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprü-
chen definiert.

5 Ein handgehaltenes Arbeitsgerät weist eine Schwingungsisoliereinrichtung
zwischen einer einen Schwingungserreger umfassenden ersten Einheit und
einer relativ zu der ersten Einheit wenigstens in einer Arbeitsrichtung be-
weglichen zweiten Einheit auf. Bestandteil der Schwingungsisoliereinrich-
10 tung ist ein Aktor zum Erzeugen einer Stellkraft, mit der eine in der Arbeits-
richtung zwischen der ersten und der zweiten Einheit wirkende Betriebs-
kraft, z. B. eine Andrückkraft, wenigstens teilweise kompensierbar ist. Der
Aktor wird pneumatisch betrieben.

Es hat sich herausgestellt, dass ein pneumatisch betriebener Aktor gegen-
15 über den in der DE 101 00 378 A1 beschriebenen Antriebsprinzipien für Ak-
toren erhebliche Vorteile hat. Zum einen ist kein zusätzliches Medium (z. B.
Hydrauliköl) erforderlich. Luft ist als Medium jederzeit in ausreichender
Menge verfügbar und kann ohne besonderen Dichtungsaufwand verarbeitet
werden. Eventuelle Leckverluste sind unkritisch. Zum anderen ist der Rege-
20 lungsaufwand im Verhältnis zu z. B. elektrischen oder elektromagnetischen
Aktoren erheblich geringer. Darüber hinaus ist der Energieaufwand für elek-
trische Aktoren vergleichsweise hoch, da die Aktoren schnell reagieren müs-
sen, was nur durch eine entsprechende zur Verfügung stehende Leistung
möglich ist.

25 Die Handgriff-Luftfeder wird so genannt, um sie begrifflich von einer sich
insbesondere in einem Luftfederschlagwerk eines Hammers ausbildenden,
hier jedoch nicht weiter interessierenden Luftfeder zu unterscheiden. Die
Handgriff-Luftfeder ist durch unterschiedliche Luftfüllung veränderbar und
30 somit einstellbar. Insbesondere lässt sich der Druck in der Luftfeder und/
oder das Luftvolumen verändern. Der Aktor bildet somit im Wesentlichen
eine pneumatische Feder mit Verstelleinrichtung. Bei der Handgriff-Luftfe-
der ist deren Füllung mit Druckluft veränderbar, sodass dementsprechend
auch die Federeigenschaften der Handgriff-Luftfeder verändert werden kön-
35 nen.

Eine Luftfeder weist prinzipbedingt eine progressive Federkennlinie auf. Das

1 bedeutet, dass die Luftfeder zunächst eine relativ niedrige Federkonstante
hat und somit Schwingungen gut ausgleichen kann. Erst bei einer deutli-
chen Erhöhung der auf die Luftfeder wirkenden Kraft (Betriebskraft) erhöht
5 sich die Federsteifigkeit, sodass die Luftfeder härter wird. Dadurch lässt
sich vermeiden, dass die zweite Einheit (z. B. ein Handgriff) vollständig ge-
gen die erste Einheit (z. B. das den Schwingungserreger umgebende Gehäu-
se) angedrückt wird, wodurch die Schwingungen nahezu ungehindert auf die
zweite Einheit übertragen werden könnten.

10 Die Progressivität der Luftfeder kann durch eine geeignete, weiter unten er-
läuterte Feder-Regelungseinrichtung in entsprechender Weise eingestellt
werden.

Wie bereits im Zusammenhang mit dem Stand der Technik erläutert und
15 später noch detaillierter ausgeführt, kommt dem Aktor die primäre Aufgabe
zu, die zwischen der ersten und der zweiten Einheit wirkende Betriebskraft
zu kompensieren, so dass die eigentliche Schwingungsisolierung durch ein
parallel zu dem Aktor angeordnetes Federelement übernommen werden
kann. Da jedoch der Aktor erfindungsgemäß pneumatisch betrieben wird,
20 weist er aufgrund der Kompressibilität der Luft bereits selbst gute Federei-
genschaften auf und dient somit ebenfalls zur Schwingungsisolierung. Ein
hydraulisch betriebener Aktor könnte eine derartige Schwingungsisolierung
aufgrund der Inkompressibilität von Hydraulikfluid nicht leisten. Auch elek-
trisch betriebene Aktoren würden stets versuchen, einer schwingungsbe-
25 dingten Auslenkung gegenzuwirken und so eine Federwirkung zu verhin-
dern.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung handelt es
sich bei dem Arbeitsgerät um einen Bohr-/und oder Schlaghammer (nachfol-
30 gend als Hammer bezeichnet). Die zweite Einheit trägt einen Handgriff, an
dem der Bediener das Arbeitsgerät führen und halten kann. In der ersten
Einheit ist ein an sich bekanntes Luftfederschlagwerk vorgesehen, das einen
von einem Motor angetriebenen Antriebskolben zum Antreiben eines Schlag-
kolbens aufweist. Zwischen dem Antriebskolben und dem Schlagkolben bil-
35 det sich eine Luftfeder aus, die die Bewegung des Antriebskolbens auf den
Schlagkolben überträgt, der wiederum gegen ein Werkzeug schlägt. Erfin-
dungsgemäß ist dabei der Antriebskolben zum Erzeugen von Druckluft zum

1 Speisen des Aktors ausgebildet.

Bei dieser Ausführungsform wird ein weiterer Vorteil eines pneumatisch be-
triebenen Aktors deutlich. Der Antriebskolben des Schlagwerks ist nämlich
5 bereits zum Erzeugen von Druckluft ausgebildet, wenn auch bei bekannten
Schlagwerken lediglich zum Antreiben des Schlagkolbens. Erfindungsgemäß
kommt dem Antriebskolben jetzt eine zweite Funktion zu, nämlich das Er-
zeugen von Druckluft für den Aktor. Weil jedoch der Antriebskolben hierzu
in einfacher Weise genutzt werden kann, sind keine zusätzlichen Bauele-
10 mente zum Erzeugen eines Druckmediums, wie z. B. eine Hydraulikpumpe
o. Ä., erforderlich. Die vom Antriebskolben z. B. bei seiner Rückbewegung,
nach Vorwärtstreiben des Schlagkolbens, verdrängte Luft kann als Druckluft
dem Aktor zugeführt werden.

15 Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn der Aktor einen von dem Antriebs-
kolben mit Druckluft befüllbaren Druckluftspeicher aufweist. Der Druckluft-
speicher dient nicht nur als Druckluftvorrat für den Aktor, aus dem bei Be-
darf Druckluft entnommen und dem Aktor zugeführt werden kann. Außer-
dem vergleichmäßig der Druckluftspeicher auch die von dem Antriebskol-
20 ben aufgrund seiner Hin- und Herbewegung schubweise zugeführte Druck-
luft.

Bei einer besonderen Ausführungsform der Erfindung weist der Aktor den
Druckluftspeicher, eine Ventileinrichtung, die Handgriff-Luftfeder und einen
25 Handgriffkolben auf. Dabei ist der Druckluftspeicher über die Ventileinrich-
tung mit der Handgriff-Luftfeder verbindbar, während die Handgriff-Luftfe-
der auf den Handgriffkolben wirkt, der mit dem Handgriff verbunden ist. Der
Kern des Aktors wird somit durch die Handgriff-Luftfeder gebildet. Je nach
dem, mit welchem Druck aus dem Druckluftspeicher die Handgriff-Luftfeder
30 gefüllt ist, verlagert sie den von ihr beaufschlagten Handgriffkolben, der wie-
derum mit dem Handgriff formschlüssig verbunden ist und diesen damit
mitbewegt. Die Ventileinrichtung stellt dabei sicher, dass nur soviel Druck-
luft aus dem Druckluftspeicher in die Handgriff-Luftfeder gelangt, wie erfor-
derlich.

35

Vorteilhafterweise ist die Ventileinrichtung derart ausgebildet, dass, wenn
der Handgriffkolben ein die Handgriff-Luftfeder umschreibendes Volumen

1 über ein vorgegebenes Maß verkleinert, Druckluft aus dem Druckluftspei-
cher in die Handgriff-Luftfeder nachführbar ist, um das vorgegebene Maß
für das Volumen der Handgriff-Luftfeder wieder zu erreichen. Wenn somit
der Bediener mit erhöhter Betriebskraft gegen den Handgriff drückt, verla-
5 gert er den Handgriff und somit den Handgriffkolben gegen die Wirkung der
Handgriff-Luftfeder. Aufgrund der Kompressibilität der Luft wird das Volu-
men der Handgriff-Luftfeder verkleinert, bis schließlich ein vorgegebener mi-
nimaler Grenzwert erreicht wird. Daraufhin öffnet die Ventileinrichtung die
Verbindung zwischen dem Druckluftspeicher und der Handgriff-Luftfeder, so
10 dass der Luftdruck in der Handgriff-Luftfeder erhöht wird. Als Folge davon
vergrößert sich die auf den Handgriffkolben wirkende Kraft und drückt den
Kolben wieder entgegen der Wirkung der Betriebskraft. Bei entsprechender
Einstellung des Systems lässt es sich somit sicherstellen, dass der Handgriff
seine Relativstellung gegenüber der das Luftfederschlagwerk aufweisenden
15 ersten Einheit kaum verändert.

Ergänzend dazu ist es zweckmäßig, wenn die Ventileinrichtung auch ein
Auslassventil aufweist, um Druckluft aus der Handgriff-Luftfeder auszulassen,
wenn das Volumen der Handgriff-Luftfeder aufgrund einer Verlagerung
20 des Handgriffkolbens einen vorgegebenen Maximalwert übersteigt.

Dieser Fall kann z. B. auftreten, wenn der Bediener zunächst mit hoher
Betriebskraft gegen den Handgriff gedrückt hat und dann schließlich die Be-
triebskraft zurücknimmt, weil er das Gerät abheben möchte. Als Folge davon
25 würde der hohe Luftdruck in der Handgriff-Luftfeder den Handgriffkolben
und damit den Handgriff weiter nach außen drücken, was insbesondere bei
einem Neuansetzen des Geräts mit geringerer Betriebskraft dazu führen
würde, dass die Schwingungsisolierung nicht im optimalen Betriebsbereich
arbeitet.

30 Um das zu verhindern, ist das Auslassventil vorgesehen, das eine Verbin-
dung von der Handgriff-Luftfeder nach außen öffnet, wenn aufgrund einer
Absenkung der Betriebskraft die Handgriff-Luftfeder den Handgriffkolben
verlagert und sich dadurch über einen vorgegebenen Maximalwert vergrößert.
35

Die zuletzt beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung lassen sich so-

- 8 -

- 1 wohl rein mechanisch als auch mechanisch-elektronisch (mechatronisch)
realisieren.

Bei der mechanischen Lösung ist die Ventileinrichtung vorzugsweise mit
5 dem Handgriffkolben gekoppelt. Der Handgriffkolben ist - je nach Druckbe-
aufschlagung durch die Handgriff-Luftfeder - zwischen zwei Extremstellun-
gen bewegbar. Vor diesen beiden Extremstellungen lassen sich Kolbenstel-
lungen definieren, die einem Minimalwert und einem Maximalwert für das
10 Volumen der Handgriff-Luftfeder entsprechen. Innerhalb dieser Werte soll
keine Zuführung oder Abführung von Druckluft zu oder aus der Handgriff-
Luftfeder erfolgen. Sobald jedoch aufgrund einer geänderten Betriebskraft
die Stellung des Handgriffkolbens eine der beiden Grenzwerte (Maximalwert
oder Minimalwert) überschreitet, öffnet die Ventileinrichtung ein jeweils zu-
15 geordnetes Ventil, d. h. entweder ein Einlassventil, das eine Verbindung zwi-
schen dem Druckluftspeicher und der Handgriff-Luftfeder herstellt, oder das
Auslassventil zum Auslassen von Druckluft nach außen. Um dies zu reali-
sieren weist die Ventileinrichtung entsprechende Einlasskanäle für das Ein-
lassventil und Auslasskanäle für das Auslassventil auf, die in Abhängigkeit
20 von der Stellung des Handgriffkolbens geöffnet oder geschlossen werden. Die
Kanäle und deren Schließ- bzw. Öffnungsmechanismen lassen sich in einfa-
cher Weise mit dem Handgriffkolben kombinieren.

Bei der mechatronischen Lösung ist es besonders vorteilhaft, wenn ein Sen-
sor vorgesehen ist, mit dem sich die Relativstellung der ersten und der zwei-
25 ten Einheit, also insbesondere des das Schlagwerk und den Antrieb aufneh-
menden Hauptgehäuses und des dazu relativ beweglichen Handgriffs bestim-
men lässt. Der Sensor sollte derart angeordnet sein, dass er wenigstens den
Punkt der optimalen Relativstellung zwischen den beiden Einheiten erfassen
kann.

30 Vorzugsweise sind der Sensor und die Ventileinrichtung mit einer Steuerung
verbunden, wobei die Ventileinrichtung durch die Steuerung derart ansteu-
erbar ist, dass in der Handgriff-Luftfeder ein derartiger Druckluftzustand
herrscht, dass die von dem Sensor erfassten Relativstellungen der ersten
35 und der zweiten Einheit in einem vorgegebenen Schwankungsbereich gehal-
ten werden. Der Schwankungsbereich wird z. B. durch den oben beschriebe-
nen Maximalwert und Minimalwert für das Volumen der Handgriff-Luftfeder

- 1 definiert. Die Steuerung überwacht mit Hilfe des Sensors die Relativstellung zwischen der ersten und der zweiten Einheit und kann bei Überschreiten des vorgegebenen Schwankungsbereichs mit Hilfe der Ventileinrichtung entsprechende Gegenmaßnahmen ansteuern. Zum einen ist es somit möglich,
- 5 Druckluft aus dem Druckluftspeicher über das Einlassventil in die Handgriff-Luftfeder einströmen zu lassen. Zum anderen kann die Steuerung auch dafür sorgen, dass die Handgriff-Luftfeder über das Auslassventil entlastet wird.
- 10 Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist parallel zu dem Aktor zwischen der ersten und der zweiten Einheit eine Federeinrichtung angeordnet. Die Federeinrichtung kann eine weichere Federkennlinie als der Aktor aufweisen.
- 15 Alternativ dazu ist es möglich, dass die Federeinrichtung eine Federsteifigkeit aufweist, die wenigstens so groß ist, dass durch die Federeinrichtung die Bewegung einer Amplitude der Schwingung aufnehmbar ist, ohne dass ein Blocksetzen der Federeinrichtung auftritt.
- 20 Die zwischen der ersten Einheit und der zweiten Einheit wirkende Kraft setzt sich im Wesentlichen aus zwei Bestandteilen zusammen: Zum einen wirkt die Betriebskraft, die im Wesentlichen durch den Bediener durch Drücken des Handgriffs von außen aufgebracht wird. Der Betriebskraft wird eine Kraft überlagert, die durch die in der ersten Einheit erregte Schwingung erzeugt wird. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung ist es möglich, dass
- 25 die Betriebskraft weitgehend vollständig durch den Aktor aufgenommen und kompensiert wird, wobei der Aktor idealerweise die Federsteifigkeit "Null" bzw. eine sehr geringe Federsteifigkeit aufweisen sollte. Eine geringe Erhöhung der auf den Aktor wirkenden Kraft im niederfrequenten Bereich würde
- 30 eine Verlagerung des Aktor-Stößels bewirken, ohne dass der Aktor zunächst eine erhöhte Gegenkraft entgegensetzt. Erst bei Überschreiten der Grenzstellungen würde die Aktorkraft vergrößert.
- 35 Überlagert dazu wird die Wirkung der Federeinrichtung, die die durch die Schwingungsamplitude hervorgerufenen Kraft- bzw. Wegänderungen aufnimmt. Die Schwingungsamplitude wiederum wird nicht bzw. kaum durch die Betriebskraft beeinflusst. Die Federeinrichtung muss daher eine Feder-

- 10 -

- 1 steifigkeit haben, um die Schwingungsamplitude vollständig aufnehmen zu
können, ohne dass ein Blocksetzen auftritt, d. h. ohne dass die Federein-
richtung so weit zusammengedrückt wird, dass entsprechende Anschläge in
Berührung kommen und ein weiteres Komprimieren der Feder verhindern.
5 Da die im Betrieb auftretenden Schwingungsamplituden im Wesentlichen
vorher bekannt sind, lässt sich die Federeinrichtung entsprechend auslegen.

Im Übrigen sollte aber die Federsteifigkeit der Federeinrichtung so niedrig
wie möglich sein, um eine besonders weiche Federung zu ermöglichen.

10

Damit ist es möglich, dass der Aktor in der oben beschriebenen Weise die
von außen auf das Arbeitsgerät einwirkende Betriebskraft zwischen der er-
sten und der zweiten Einheit kompensiert, wodurch die Betriebskraft keine
nennenswerte Verformung der weichen Federeinrichtung bewirkt. Die Feder-
15 einrichtung hingegen ist geeignet, die höherfrequenten Schwingungen, die
durch den Schwingungserreger in der ersten Einheit entstehen, zu kompen-
sieren, wodurch die zweite Einheit im Wesentlichen von Schwingungen iso-
liert ist.

- 20 Die Federeinrichtung muss somit nicht über den gesamten Wertebereich von
denkbaren Betriebskräften verformbar sein, was aufgrund der weichen Fe-
derkennlinie zu einer großen Baulänge der Feder führen würde. Vielmehr ist
es aufgrund der Kompensation der Betriebskraft durch den Aktor möglich,
dass die Federeinrichtung nur einen relativ kleinen Betriebsbereich für die
25 Relativbewegung zwischen der ersten und der zweiten Einheit bereitstellen
muss, so dass die Federeinrichtung trotz der weichen Federkennlinie kurz
baut.

- Bei einer vorteilhaften Weiterentwicklung ist die von dem Aktor erzeugte
30 Stellkraft zyklisch veränderbar, wobei die Änderung mit der gleichen Fre-
quenz erfolgt, mit der sich der Antriebskolben bewegt. Die durch den An-
triebskolben im Luftfederschlagwerk erzeugte Schwingung weist zwangsläuf-
fig exakt die gleiche Frequenz auf, mit der sich auch der Antriebskolben be-
weegt. Dementsprechend ist die Frequenz der zu isolierenden Schwingung be-
35 reits durch die Bewegungsfrequenz des Antriebskolbens vorgegeben. Wenn
nun der Aktor mit der gleichen Frequenz arbeitet, lässt sich durch die in ge-
wisser Weise pulsierende Wirkung des Aktors die vom Antriebskolben be-

- 1 wirkte Schwingung kompensieren.

Eventuell erforderliche Phasenverschiebungen bezüglich der Bewegung des Antriebskolbens und der Stellarbeit des Aktors lassen sich durch geeignete
5 Kopplung von Ventilen der Ventileinrichtung und Zwischenschalten des Druckluftspeichers lösen. So ist es z. B. möglich, dass der Antriebskolben nach Beaufschlagung des Schlagkolbens und Durchführung des Schlags durch den Schlagkolben bei seiner Rückbewegung Luft in den Druckluftspeicher pumpt. Bei der im nächsten Zyklus erfolgenden Schlagwirkung und damit hervorgerufenen Schwingung öffnet das Ventil zwischen Druckluftspeicher und Handgriff-Luftfeder, um den Druck in der Handgriff-Luftfeder zu erhöhen und dadurch die Kraftwirkung zu erhöhen. Bei erneuter Rückbewegung des Arbeitskolbens wird die Handgriff-Luftfeder entleert, während der Druckluftspeicher erneut gefüllt wird. Diese Ausführungsform der Erfindung
10 ermöglicht eine besonders geschickte und zuverlässige Kompensation der am Handgriff unerwünschten Schwingungswirkung.

Alternativ zu der vorbeschriebenen Ausführungsform kann bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung die maximale Stellfrequenz des Aktors kleiner sein als die Frequenz der in der ersten Einheit erzeugten Schwingung,
20 also insbesondere als die Bewegungsfrequenz des Antriebskolbens. Dadurch ist sichergestellt, dass der Aktor lediglich die von außen wirkende Betriebskraft kompensiert, nicht jedoch aktiv der Schwingung entgegenwirkt. Die Schwingung wird stattdessen in der oben beschriebenen Weise durch die weichere Federeinrichtung kompensiert oder - aufgrund der Kompressibilität der Luft - passiv auch durch den Aktor.

Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist eine von dem Antrieb des Arbeitsgeräts angetriebene Druckluftherzeugungseinrichtung vorgesehen,
30 die unabhängig von den eigentlichen Arbeitsfunktionen des Geräts Druckluft für den Aktor erzeugt. Dafür eignet sich z. B. ein kleiner Schraubenkompressor.

Die Stellkraft des Aktors sollte derart einstellbar sein, dass ein Schwingungsbereich für die durch unterschiedliche Betriebskräfte verursachten Relativstellungen zwischen der ersten und der zweiten Einheit sichergestellt ist, der kleiner als ein Schwingungsbereich ist, den die Relativstellungen

1 zwischen der ersten und der zweiten Einheit bei ebenso unterschiedlichen
Betriebskräften, jedoch ohne die Kompensationswirkung der Stellkraft des
Aktors erreichen würden. Das bedeutet, dass sich die erste und die zweite
Einheit ohne die Wirkung des Aktors in einem erheblich größeren Bereich
5 relativ zueinander bewegen lassen würden. Der Aktor hingegen stellt sicher,
dass dieser Schwankungsbereich möglichst klein ist, um dort, z. B. mit Hilfe
der parallel geschalteten Federeinrichtung, eine bestmögliche Schwingungs-
isolierung zu erreichen.

10 Erfindungsgemäß wird somit ein Kraft erzeugender pneumatischer Aktor be-
schrieben, der die über einen bestimmten Zeitraum gemittelte Andrückkraft
wie bei einer Niveauregulierung ausgleicht. Die eigentliche Schwingungsiso-
lation wird entweder nur durch die Federeigenschaft des Luftpolsters in der
Handgriff-Luftfeder selbst oder zusätzlich durch die Parallelschaltung der
15 passiven Federeinrichtung mit hinreichend niedriger Federsteifigkeit er-
reicht. Dies bedeutet, dass die flache Federkennlinie während des Schwin-
gungsvorgangs bei wechselnder Anpresskraft derart verschoben wird, dass
die Schwingung im Idealfall um einen festgelegten Punkt oszilliert. Auch
wenn vorstehend im Wesentlichen eine semi-aktive Schwingungsisolierung
20 beschrieben worden ist, ist es insbesondere mit der mechatronischen Vari-
ante denkbar, bei prinzipiell gleicher Bauweise auch eine voll aktive Kom-
pensation zu erreichen, wobei dann die Anforderungen an Sensoren, Steue-
rung und Ventile aufgrund der zunehmenden Schaltfrequenzen höher sind.
Umgekehrt sind bei der semi-aktiven Schwingungsisolierung die Anforderun-
25 gen an die Bauelemente deutlich geringer, weil die eigentliche Schwin-
gungsisolierung lediglich passiv erfolgt.

Die Krafteigenschaften des Aktors, der im Übrigen auch aus mehreren klei-
neren Aktoren bestehen kann, sowie die passive Federeinrichtung, die ihrer-
30 seits ebenfalls mehrere Federelemente aufweisen kann, sind derart aufein-
ander abzustimmen, dass wenigstens die maximal denkbare Betriebskraft
kompensiert werden kann. So ist es einerseits möglich, einen starken Aktor
mit einer Federeinrichtung mit sehr weicher Kennlinie zu kombinieren, wäh-
rend andererseits eine steifere Federeinrichtung eine schwächere Gestaltung
35 des Aktors ermöglicht.

Es ist anzustreben, die Handgriff-Luftfeder möglichst groß auszuführen, weil

1 dann die relative Volumenänderung durch die Handgriffbewegung gering
und somit die wirksame Kraft nahezu konstant bleibt.

Wenn die Kolbenfläche des Handgriffkolbens genügend groß ausgeführt ist,
5 kann der Betriebsdruck in der Handgriff-Luftfeder niedrig gehalten werden.
Damit lässt sich auch die Änderung der Federsteifigkeit der Luftfeder gegen-
über der Änderung der Betriebskraft gering halten.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe auch durch eine Vorrichtung gemäß Pa-
10 tentanspruch 16 gelöst.

Die Vorrichtung zur Schwingungsisolierung weist einen Schwingungserreger
und eine relativ zu dem Schwingungserreger entlang einer Hauptrichtung, z.
B. der Arbeitsrichtung des Arbeitsgeräts, bewegliche Griffeinrichtung auf.
15 Zwischen dem Schwingungserreger und der Griffeinrichtung ist eine Schwin-
gungsentkopplungseinrichtung vorgesehen, die eine Federeinrichtung auf-
weist, über die ein wesentlicher Teil der zwischen der Griffeinrichtung und
dem Schwingungserreger wirkenden Kräfte übertragen werden. Die Schwin-
gungsentkopplungseinrichtung weist weiterhin eine Feder-Regelungseinrich-
20 tung auf, zum Verändern der Federsteifigkeit und/oder der Vorspannung der
Federeinrichtung in Abhängigkeit von einer in der Hauptrichtung zwischen
der Griffeinrichtung und dem Schwingungserreger wirkenden Kraft, insbe-
sondere der von dem Bediener auf die Griffeinrichtung in der Hauptrichtung
ausgeübten Haltekraft.

25 Wegen des eindeutigen Zusammenhangs zwischen Kraft und Weg in der Fe-
dereinrichtung kann als Stellgröße auch eine Position (Relativstellung) ver-
wendet werden.

30 Um eine möglichst gute Schwingungsisolierung zu erreichen, ist grundsätz-
lich eine möglichst weiche Feder, also eine Federeinrichtung mit niedriger
Federsteifigkeit, anzustreben. Eine weiche Feder hat jedoch den Nachteil,
dass bereits geringe Kräfte einen erheblichen Verformungsweg der Feder
nach sich ziehen können. Bezogen auf das Arbeitsgerät bedeutet das, dass
35 die Griffeinrichtung relativ zu dem Schwingungserreger über größere Streck-
en bewegbar ist, wenn die dazwischen angeordnete Federeinrichtung eine
weiche Kennlinie aufweist. Dies kann jedoch Nachteile bei der Führung mit

- 1 sich bringen und erfordert einen oft nicht zur Verfügung stehenden Bau-
raum. Insbesondere wird die Baulänge in der Hauptrichtung des Arbeitsge-
räts deutlich vergrößert.
- 5 Eine Federeinrichtung mit harter Kennlinie, also eine steife Feder, erlaubt
zwar eine Minimierung des Bauraums. Gleichzeitig werden jedoch die
Schwingungen des Schwingungserregers nur unvollständig von dem Hand-
griff abgehalten.
- 10 Bisher war es im Stand der Technik nur möglich, für die Federeinrichtung
einen Kompromiss zwischen harter und weicher Kennlinie zu finden. Die Er-
findung ermöglicht es jetzt, mit Hilfe der Feder-Regelungseinrichtung die Fe-
dersteifigkeit bzw. gegebenenfalls alternativ oder ergänzend auch die Vor-
spannung der Federeinrichtung den jeweiligen äußeren Bedingungen, insbe-
15 sondere der wirksamen Kraft, anzupassen und die Federeigenschaften so
einzustellen, dass der zulässige Federweg und die zulässige Relativverschie-
bung zwischen Griffereinrichtung und Schwingungserreger ausgenutzt werden
können.
- 20 Die vom Bediener aufgebraachte Kraft ändert sich - wenn überhaupt - nur re-
lativ langsam in einem niederfrequenten Bereich. Selbst eine stoßartige Be-
lastung durch den Bediener erfolgt mit niedriger Frequenz.
- 25 Im Gegensatz dazu sind die von dem Schwingungserreger im Arbeitsgerät er-
zeugten Schwingungen höherfrequent. Die durch die Schwingungen bewirk-
ten Kraftänderungen zwischen der Griffereinrichtung und dem Schwingungs-
erreger werden von der Feder-Regelungseinrichtung nicht erfasst. Die Feder-
Regelungseinrichtung reagiert somit lediglich auf die vom Bediener durch
das Halten bzw. Andrücken des Arbeitsgeräts aufgebraachten Kräfte.
- 30 Damit ist es möglich, die Federeinrichtung grundsätzlich auf eine möglichst
weiche Kennlinie oder eine niedrige Vorspannkraft einzustellen. Die kon-
struktiv vorgegebene zulässige Beweglichkeit zwischen der Griffereinrichtung
und dem Schwingungserreger kann dann als Schwingungsweg voll ausge-
35 schöpft werden, um die Schwingungen auszugleichen. Je nach Ausgestal-
tung der Federeinrichtung kann die Federsteifigkeit in dem relevanten Ar-
beitspunkt durch Verändern der Vorspannung oder der Federkennlinie (Än-

1 dern der Luftmenge bei einer Luftfeder) beeinflusst werden.

Wenn jedoch der Bediener mit stärkerer Haltekraft gegen die Griffereinrichtung und damit das Arbeitsgerät drückt, würde die Gefahr bestehen, dass
5 die Griffereinrichtung den Schwingungserreger berührt. Jedenfalls würde - bei unveränderter Federsteifigkeit der Federeinrichtung - der zur Schwingungsisolation zur Verfügung stehende Schwingungsweg immer mehr eingeschränkt. Dies wird durch die Feder-Regelungseinrichtung dadurch kompensiert, dass bei statisch wirkender Haltekraft des Bedieners und somit einer
10 Nulllage der Schwingung eine Verschiebung der Griffereinrichtung relativ zu dem Schwingungserreger derart bewirkt wird, dass die Griffereinrichtung in einer vorbestimmten Sollstellung steht.

Wenn der Bediener mit größerer Kraft gegen die Griffereinrichtung drückt, erhöht die Feder-Regelungseinrichtung die Federsteifigkeit, um mit ausreichender Federkraft die Bedienerkraft zu kompensieren. Die Griffereinrichtung verbleibt somit - statisch gesehen - in der vorgegebenen Sollstellung. Beim Beaufschlagen mit der Schwingung kann sich die Griffereinrichtung innerhalb eines vorbestimmten Arbeitsbereichs relativ zu dem Schwingungserreger bewegen, weil die durch die Schwingung bedingten, höherfrequenten Kraftänderungen nicht ausgeregelt werden.
20

Vorteilhafterweise wird die Relativstellung der Griffereinrichtung zu dem Schwingungserreger durch die Feder-Regelungseinrichtung im Zusammenspiel mit der wirkenden Kraft in dem vorbestimmten Arbeitsbereich gehalten. Die Feder-Regelungseinrichtung stellt somit sicher, dass die Relativstellung stets innerhalb des vorbestimmten Arbeitsbereichs verbleibt. Auf diese Weise können Extremstellungen und somit z. B. ein Festkörperkontakt zwischen Griffereinrichtung und Schwingungserreger durch Berühren vermieden werden, bei dem die Schwingungen vollständig auf die Griffereinrichtung übertragen würden.
30

Vorzugsweise strebt die Feder-Regelungseinrichtung an, dass die Griffereinrichtung auch bei einer sich ändernden Haltekraft im Wesentlichen in einer Sollstellung in dem Arbeitsbereich gehalten wird, die einer vorbestimmten Relativstellung zwischen Griffereinrichtung und Schwingungserreger entspricht.
35

1 Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Sollstellung gleichzeitig einer Mittel-
stellung des Arbeitsbereichs entspricht, so dass die Griffereinrichtung von der
Mittelstellung aus über im Wesentlichen gleich lange Bewegungsstrecken zu
jeweiligen Grenz- bzw. Endstellungen entlang der Hauptrichtung vorwärts
5 und rückwärts bewegbar ist. Auf diese Weise kann die Griffereinrichtung sym-
metrisch um die Mittelstellung schwingen und dadurch die vom Schwin-
gungserreger erzeugte Schwingung kompensieren.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Fe-
dereinrichtung durch die Feder-Regelungseinrichtung derart ansteuerbar,
10 dass die Federeinrichtung in einem Leerlaufbetrieb, in dem die zwischen der
Griffereinrichtung und dem Schwingungserreger wirkende Kraft unter einem
vorgegebenen Grenzwert liegt, eine erhöhte Steifigkeit aufweist. Es hat sich
herausgestellt, dass insbesondere Hämmer beim Ansetzen an eine neue
15 Bohrstelle die Neigung haben, von der Ansetzstelle wegzuspringen. Wenn die
Federeinrichtung eine weiche Kennlinie aufweist, ist prinzipiell die Führbar-
keit des Arbeitsgeräts erschwert, was das Wegspringen noch fördert. Wenn
jedoch die Federeinrichtung eine erhöhte Steifigkeit aufweist, lässt sich das
Arbeitsgerät beim Ansetzen, wenn der Bediener das Gerät noch nicht mit
20 voller, also unter dem vorgegebenen Grenzwert liegender Kraft andrückt, be-
sonders sicher führen.

Sobald jedoch das Arbeitsgerät in den normalen Arbeitsbetrieb übergeht und
vom Bediener mit entsprechend höherer Haltekraft gehalten wird, die über
25 einem vorgegebenen Grenzwert liegt, ist die Steifigkeit der Federeinrichtung
durch die Feder-Regelungseinrichtung derart reduzierbar, dass die Grifferein-
richtung in der gewünschten Sollstellung des Arbeitsbereichs stehen kann.

Beim Starten des Arbeitsvorgangs, in dem sich das Arbeitsgerät noch im
30 Leerlaufbetrieb befindet, ist somit die Federeinrichtung steif, um eine gute
Führbarkeit zu ermöglichen. In dem Moment, in dem der Bediener gegen das
Arbeitsgerät drückt und einen Übergang aus dem Leerlaufbetrieb in den Ar-
beitsbetrieb wünscht, wird die Federsteifigkeit herabgesetzt, um die verbes-
serte Schwingungsisolierung zu erreichen. Die Federsteifigkeit wird dann
35 zwangsläufig nicht zu niedrig sein, da die Andrückkraft vom Bediener kom-
pensiert werden muss. Dementsprechend ist im Arbeitsbetrieb eine gute
Führbarkeit des Arbeitsgeräts gewährleistet.

1 Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist die
Federeinrichtung eine zwischen der Griffeinrichtung und dem Schwingungs-
erreger wirkende Luftfeder auf, die vorzugsweise Luft von einer Luftpumpe
erhält.

5

Die Luftpumpe kann von einem Antriebsmotor des Arbeitsgeräts betrieben
werden. Zum Beispiel kann die Luftpumpe mit einem Lüfterrad für den An-
triebsmotor gekoppelt sein oder als zusätzliches Pumpelement angeordnet
werden.

10

Die Luftpumpe steht stellvertretend für viele andere Möglichkeiten, eine
Luftdruckerzeugungseinrichtung auszubilden, mit der unter Druck stehende
Luft zu der Luftfeder zugeführt werden kann. Wenn dementsprechend nach-
folgend von einer Luftpumpe gesprochen wird, ist darunter auch allgemein
15 eine Luftfördereinrichtung bzw. eine Luftdruckerzeugungseinrichtung zu
verstehen.

Bei einer besonders vorteilhaften Weiterentwicklung der Erfindung wird die
Luftpumpe durch die oszillierende Relativbewegung zwischen der Griffein-
richtung und dem Schwingungserreger betrieben. Aufgrund der für die
20 Schwingungsisolation erforderlichen Relativbeweglichkeit der Griffeinrich-
tung ist eine Antriebsbewegung vorhanden, die für die Luftpumpe in vorteil-
hafter Weise ausgenutzt werden kann.

25 So weist z. B. die Luftpumpe eine zwischen der Griffeinrichtung und dem
Schwingungserreger vorgesehene Pumpkammer auf, deren Volumen sich in
Folge der oszillierenden Relativbewegung ständig ändert. Die Luftpumpe
kann aber auch zwischen dem Schwingungserreger und einer dritten Masse
angeordnet sein. Über ein erstes Rückschlagventil kann Luft aus der Umge-
30 bung in die Pumpkammer einströmen, wenn sich das Volumen der Pump-
kammer vergrößert. Die Luft ist über ein zweites Rückschlagventil aus der
Pumpkammer in eine Luftfederkammer förderbar, in der sich die Luftfeder
ausbildet, wenn sich das Volumen der Pumpkammer bei entsprechender Ge-
genbewegung der Griffeinrichtung verringert. Durch das Wechselspiel zwi-
35 schen dem ersten und dem zweiten Rückschlagventil wird ein über die Zeit
gemittelt im Wesentlichen konstanter Zuluftstrom von der Luftpumpe zur
Luftfeder sichergestellt.

- 1 Die Feder-Regelungseinrichtung weist eine Ventileinrichtung auf, durch die der Abluftstrom aus der Luftfeder in Abhängigkeit von der Relativstellung der Griffereinrichtung regelbar ist. Die Steifigkeit der Federeinrichtung lässt sich somit durch die Regelung des Abluftstroms einstellen. Wenn mehr Luft
- 5 aus der Luftfeder ausströmt, als durch die Luftpumpe zugeführt wird, wird die Federsteifigkeit vermindert. Umgekehrt kann die Federsteifigkeit dadurch erhöht werden, dass der Abluftstrom niedriger eingestellt wird als der Zuluftstrom, so dass in der Summe mehr Luft in die Luftfeder einströmt.
- 10 Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist die Ventileinrichtung eine Ventilöffnung auf, die offenbar ist, wenn die Griffereinrichtung von dem Schwingungserreger weiter entfernt ist. Dadurch kann Luft aus der Luftfeder ausströmen, so dass die Federsteifigkeit sinkt. Bei unverändert starker Andrückkraft des Bedieners führt das dazu, dass sich
- 15 die Griffereinrichtung näher zu dem Schwingungserreger hinbewegt. Wenn die Griffereinrichtung sich dabei über die Soll- oder Mittelstellung des Arbeitsbereichs hinaus dem Schwingungserreger angenähert hat, ist die Ventilöffnung wenigstens teilweise wieder verschließbar. Dadurch erhöht sich der Luftdruck in der Luftfeder und die Luftfeder wird steifer. Dementsprechend
- 20 kann sich die Griffereinrichtung dem Schwingungserreger nicht mehr annähern. Gegebenenfalls wird die Griffereinrichtung sogar durch den immer mehr erhöhten Luftdruck in der Luftfeder zurückgedrückt, so dass sie die gewünschte Sollstellung einnimmt.
- 25 Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung weist die Feder-Regelungseinrichtung eine Ventileinrichtung auf, durch die der Zuluftstrom zu der Luftfeder in Abhängigkeit von der Relativstellung der Griffereinrichtung regelbar ist. Der Abluftstrom aus der Luftfeder ist dabei im Wesentlichen konstant. Im Ergebnis lässt sich der Luftdruck in der Luftfeder somit in ähnlicher Weise regeln, wie dies oben bereits beschrieben wurde.
- 30 Selbstverständlich ist auch eine Kombinationslösung möglich, bei der sowohl der Zuluftstrom als auch der Abluftstrom geregelt werden. Hierbei ist jedoch eine Abstimmung der beiden Luftströme zweckmäßig, was unter Umständen den Regelungsaufwand erhöht.
- 35 Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung wird die Druckerhöhung nicht durch eine Ergänzung der Gasmenge im Federvolumen der Luftfeder

1 erreicht, sondern durch Verkleinerung des Volumens bei konstanter Gas-
menge.

5 Diese z. B. durch ein Stellglied zu erledigende Stellaufgabe kann z. B. da-
durch erfolgen, dass in einen mit der Luftfeder gekoppelten Hohlraum eine
Flüssigkeit - von dem eigentlichen Luftvolumen der Luftfeder getrennt durch
eine Membran oder einen Kolben - ein- bzw. ausgelassen wird. Alternativ
10 dazu kann ein Kolben oder eine Balgwand durch einen mechanischen An-
trieb bewegt werden und somit das Volumen der Luftmenge in der Luftfeder
verändern. Der Gasraum für die Luftfeder ist in diesem Fall hermetisch ab-
geschlossen. Er könnte daher auch mit einem anderen Gas als Luft gefüllt
sein. Z. B. wären bei Verwendung von einem einatomigen Gas (Edelgas) die
15 adiabaten Verluste geringer, sodass sich die "Luftfeder" (hier besser: Gasfe-
der) weniger erwärmen würde. Hierfür ist es empfehlenswert, die Feder mit
Helium, Neon, Argon (kostengünstig) oder Krypton zu füllen.

Für derartige Fälle eines abgeschlossenen Gasvolumens, dessen Druck von
außen in der oben beschriebenen Weise verändert werden kann, soll die Be-
zeichnung "Luftfeder" ausdrücklich auch Gasfedern mit anderen Füllungen
20 als Luft umfassen. Die Bezeichnung als Luftfeder wird somit lediglich zum
einfacheren Verständnis benutzt, darf aber in diesem Zusammenhang nicht
einschränkend dahingehend verstanden werden, dass ausschließlich Feder-
füllungen mit Luft erfasst sind. Eine Luftfeder ist in diesem Sinne gleichbe-
deutend mit einer Gasfeder.

25 Die Griffeinrichtung kann wenigstens einen, aber auch zwei oder mehrere
Handgriffe aufweisen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist zwischen der Griff-
30 feinrichtung und dem Schwingungserreger ein elastischer Anschlag vorgese-
hen. Wenigstens ein Teil der zwischen der Griffeinrichtung und dem Schwin-
gungserreger wirkenden Kraft kann über den Anschlag übertragen werden,
wenn die Federsteifigkeit der Federeinrichtung nicht ausreicht, um die ge-
samte Kraft zu übertragen. Der Anschlag entspricht somit einem klassischen
35 Federelement (z. B. einer Gummifeder oder einem Schaumelement). Er über-
trägt jedoch nur Kräfte in einer Richtung. Damit kann sichergestellt werden,
dass z. B. die Andrück- bzw. Haltekraft des Bedieners notfalls von der Griff-

- 1 feinrichtung direkt über den Anschlag auf den Schwingungserreger übertra-
gen werden kann. Der elastische Anschlag stellt sicher, dass auch in diesem
Fall eine - wenn auch geringere - Schwingungsentkopplung möglich ist.
Selbstverständlich kann auch ein zweiter Anschlag vorgesehen werden, zur
5 Aufnahme von Kräften in der Gegenrichtung, insbesondere, wenn das Ar-
beitsgerät vom Bediener schnell entlastet wird oder der abstützende Unter-
grund unter Einwirkung der Andrückkraft plötzlich nachgibt.

- Die von der Erfindung betroffenen Arbeitsgeräte, insbesondere Hämmer,
10 werden häufig in staubiger Umgebung eingesetzt (z. B. bei Abbrucharbeiten).
Die für die Füllung der Luftfeder angesaugte Luft sollte daher zumindest
durch einen Filter gereinigt werden. Wegen des großen Staubanteils ist je-
doch damit zu rechnen, dass diese Filter schnell belegt sein werden, was bei
ungenügender Wartung zum Verstopfen bzw. Drosseln des Ansaugluftstroms
15 für die Luftfeder, aber auch zum Durchlassen von größeren Staubmengen
führen kann. In diesem Fall ist mit einem erhöhten Verschleiß, insbesondere
auf Grund schiebender Relativbewegungen, zu rechnen. Daher ist es vorteil-
haft, wenn die aus der Luftfeder abgelassene Luft in einem weitgehend abge-
schlossenen Raum, z. B. einem Balg oder einem Filterbeutel, zumindest teil-
20 weise gesammelt und von dort für das Wiederauffüllen der Luftfeder wieder-
verwendet werden kann. Die Ablassöffnung aus der Luftfeder sowie die An-
saugöffnung der Luftpumpe können dann in diesen Raum münden.

- Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist dementsprechend die
25 Luft für die Luftfeder aus einem Luftspeicher zuführbar. Besonders vorteil-
haft ist es dabei, wenn die aus der Luftfeder abgelassene Luft in den Luft-
speicher rückführbar ist. Das bedeutet, dass die Luft in dem als Zwischen-
reservoir dienenden Luftspeicher gepuffert werden kann, bevor sie wieder
über die Luftpumpe unter Druck in die Luftfeder eingeblasen wird. Auf diese
30 Weise ist es möglich, den Austausch der für die Luftfeder vorgesehenen Luft
mit der Umgebungsluft gering zu halten, um so eine Verunreinigung, z. B.
durch Staub, zu minimieren. Es wird somit ein im Wesentlichen geschlosse-
ner Luftkreislauf erreicht, bei dem lediglich die meist unvermeidbaren Leck-
verluste durch Frischluft von außen kompensiert werden müssen.

35

Als Luftspeicher bzw. Zwischenreservoir eignet sich z. B. ein Hohlraum, ins-
besondere ein Balg oder ein Ballon, der sein Volumen der erforderlichen

1 Luftmenge anpassen kann.

Die ständige Kompression und Dekompression der Luft (des Gases) durch die Schwingungseinleitung erzeugt Verluste in der Luftfeder, die zu einer Erwärmung der Luft (des Gases) führen. Die Verlustwärme muss über die
5 Wände der Luftfeder abgeführt werden. Daher kann es zweckmäßig sein, auf der Innen- und Aussenfläche des die Luftfeder umgebenden Raumes Kühlrippen vorzusehen.

10 Diese und weitere Merkmale der Erfindung werden nachfolgend anhand von Beispielen unter Zuhilfenahme der begleitenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

15 **Fig. 1** schematisch eine geschnittene Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Arbeitsgeräts;

Fig. 2 das Arbeitsgerät aus Fig. 1, mit teilweise aufgeschnittenem Schlagwerk und erfindungsgemäßem Aktor;

20

Fig. 3 eine Ausschnittsvergrößerung aus Fig. 2;

Fig. 4 eine Ausschnittsvergrößerung einer weiteren Ausführungsform; und

25

Fig. 5 einen schematischen Schnitt durch ein Arbeitsgerät mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Schwingungsisolierung eines Handgriffs.

30 Fig. 1 zeigt am Beispiel eines Bohr- und/oder Schlaghammers den prinzipiellen Aufbau des erfindungsgemäßen Arbeitsgeräts. Eine erste Einheit 1 und eine zweite Einheit 2 sind über eine Schwingungsisoliereinrichtung 3 miteinander verbunden.

35 Die Schwingungsisoliereinrichtung 3 weist einen Aktor 4 sowie eine Feder- einrichtung 5 auf.

1 Weiterhin sind zwischen der ersten Einheit 1 und der zweiten Einheit 2 Füh-
rungselemente 6 angeordnet, die ein Verkanten der beiden Einheiten 1, 2
vermeiden sollen. Die Führungselemente 6 können aus Gummi bzw. Kunst-
stoff bestehen und insofern ebenfalls zur Schwingungsisolierung beitragen.

5

In der ersten Einheit 1 ist in bekannter Weise - daher im Einzelnen nicht
dargestellt - ein Antriebsmotor angeordnet, der über eine Kurbelwelle einen
in Fig. 2 erkennbaren Antriebskolben 7 hin- und herbewegt. Vor dem An-
triebskolben 7, d. h. in einer Arbeitsrichtung A, ist ein nicht dargestellter
10 Schlagkolben angeordnet. Durch die Bewegung des Antriebskolbens 7 bildet
sich zwischen dem Antriebskolben 7 und dem Schlagkolben eine Luftfeder 8
aus, die wiederum den Schlagkolben antreibt, so dass er gegen ein nicht
dargestelltes Werkzeugende bzw. einen zwischengeschalteten Döpper auf-
schlägt. Die Funktionsweise derartiger Luftfederschlagwerke ist bekannt, so
15 dass sich an dieser Stelle eine weitergehende Darlegung erübrigt.

An der zweiten Einheit 2 ist am hinteren Ende ein Handgriff 9 ausgebildet.

Da die Fig. 2 und 3 im Wesentlichen die gleiche Darstellung betreffen, wer-
den sie nachfolgend gemeinsam beschrieben.
20

Der Aktor 4 weist einen Druckluftspeicher 10, eine Handgriff-Luftfeder 11
sowie einen Handgriffkolben 12 auf. Bestandteil des Aktors ist weiterhin
eine Ventileinrichtung, die ein Einlassventil 13 und ein Auslassventil 14
25 umfasst. Das Einlassventil 13 und das Auslassventil 14 bestehen im We-
sentlichen aus einer in einen Zylinder eingefrästen Nut, der eine geschlosse-
ne Zylinderfläche gegenübersteht. Die Funktion wird später noch detaillier-
ter erläutert.

30 Der Druckluftspeicher 10 ist darüber hinaus mit einem Einlassrückschlag-
ventil 15 und einem Auslassrückschlagventil 16 ausgestattet.

Der Handgriffkolben 12 ist mit dem Handgriff 9 in Axialrichtung formschlüs-
sig verbunden. Zum Ausgleich von eventuellen Fluchtungsfehlern, Seitbewe-
35 gungen oder Winkelfehlern ist ein ringförmiges Gummi- bzw. Schaumele-
ment 17 vorgesehen. In jedem Fall ist sichergestellt, dass die Axialbewegung
des Handgriffkolbens 12 exakt auf den Handgriff 9 übertragen wird, und

1 umgekehrt.

Nachfolgend wird die Funktionsweise erläutert:

5 Im Betrieb saugt der Antriebskolben 7 bei einer Vorwärtsbewegung in Arbeitsrichtung A Luft aus der Umgebung über ein Rückschlagventil 18 in einen Rückraum 19 an. Bei der nachfolgenden Rückbewegung des Antriebskolbens 7 entgegen der Arbeitsrichtung A wird die Luft aus dem Rückraum 19 über das Einlassrückschlagventil 15 in den Druckluftspeicher 10 gepresst. Bei der wiederum nachfolgenden Vorwärtsbewegung des Antriebskolbens 7 wird dann erneut Luft über das Rückschlagventil 18 angesaugt. Sofern in dem Druckluftspeicher 10 ein Überdruck entsteht, kann dieser über das Auslassrückschlagventil 16 abgebaut werden.

15 Wenn jetzt der Bediener den Hammer am Handgriff 9 gegen ein zu bearbeitendes Gestein andrückt, bewegt sich der Handgriff 9 relativ zu der ersten Einheit 1 nach vorne in Arbeitsrichtung A. Dadurch dringt auch der Handgriffkolben 12 mit einem Stößel 20 tiefer in den Druckluftspeicher 10, bis über eine Nut 13a des Einlassventils 13 eine kommunizierende Verbindung
20 zwischen dem Druckluftspeicher 10 und der Handgriff-Luftfeder 11 hergestellt wird. Darüber kann Druckluft aus dem Druckluftspeicher 10 in die Handgriff-Luftfeder 11 einströmen, die unter anderem gegen eine Kolbenfläche 21 wirkt und schließlich den Handgriffkolben 12 zusammen mit dem Handgriff 9 und der zweiten Einheit 2 wieder zurück, entgegen der Arbeitsrichtung A, bewegt. Dadurch lässt sich in sehr kurzer Zeit die störende Relativbewegung zwischen erster Einheit 1 und zweiter Einheit 2 kompensieren.

Wenn der Bediener mit noch höherer Betriebskraft gegen den Handgriff 9 drückt, wird das oben beschriebene Verfahren wiederholt.

30

Entlastet der Bediener hingegen den Handgriff 9 oder hebt er gar das Arbeitsgerät am Handgriff 9 ab, bewegt sich der Handgriff 9 mit der zweiten Einheit 2 relativ zu der ersten Einheit 1 nach hinten, entgegen der Arbeitsrichtung A. Folglich gleitet auch der Handgriffkolben 12 zurück und gibt schließlich die Nut 14a am Auslassventil 14 frei, so dass Druckluft aus der Handgriff-Luftfeder 11 in die Umgebung ausströmen kann, bis die Druckluft in der Handgriff-Luftfeder 11 vollständig abgebaut ist.

35

- 1 Die zweite Einheit 2 ist an der ersten Einheit darüber hinaus durch nicht
dargestellte Anschläge, z. B. auch über die Führungselemente 6, gesichert,
um ein vollständiges Lösen der zweiten Einheit 2 zu vermeiden. Die Anschlä-
ge gewährleisten, dass das Auslassventil 14 geöffnet wird, ohne dass der
5 Handgriffkolben 12 vollständig aus seiner Führung herausgleitet.

Aufgrund der kompressiblen Eigenschaften der Druckluft in der Handgriff-
Luftfeder 11 ist der Aktor 4 bereits in der Lage, Schwingungen in erhebli-
chem Maße zu isolieren. Zusätzlich ist bei der in den Fig. 1 bis 3 dargestell-
10 ten Ausführungsform die Federeinrichtung 5 in Form einer Schraubenfeder
mit weicher Federkennlinie angeordnet. Ohne den Aktor 4 würde die Feder-
einrichtung 5 bereits bei geringer Betriebskraft am Handgriff 9 vollständig
zusammengedrückt, so dass sie keine schwingungsisolierende Wirkung mehr
hätte. Mit Hilfe des Aktors 4 ist es aber möglich, die in den Figuren gezeigte
15 Relativstellung zwischen der ersten Einheit 1 und der zweiten Einheit 2 auf-
rechtzuerhalten, so dass die Federeinrichtung 5 immer noch einen ausrei-
chenden Federweg bereitstellen kann. Dieser Federweg ist geeignet, die in
der ersten Einheit 1 erzeugte Schwingung wirksam von dem Handgriff 9 zu
isolieren.

20

Fig. 4 zeigt eine zweite Ausführungsform der Erfindung. Während in den Fig.
2 und 3 eine rein mechanische Lösung dargestellt wurde, betrifft Fig. 4 eine
mechatronische Realisierung der Erfindung. Sofern im Wesentlichen gleiche
Bauelemente wie bei den Fig. 2 und 3 eingesetzt werden, werden auch die
25 gleichen Bezugszeichen verwendet. Auf eine erneute Beschreibung dieser
Bauelemente kann verzichtet werden.

Ein wesentlicher Unterschied ist in der Ventileinrichtung zu finden: Der
Luftstrom zu und von der Handgriff-Luftfeder 11 wird mit Hilfe von durch
30 eine nicht dargestellte Steuerung ansteuerbaren Ventilen, nämlich einem Ein-
lassventil 22 und einem Auslassventil 23 sichergestellt.

Die Steuerung erhält eine wesentliche Information von einem Sensor 24, mit
dem die Relativstellung zwischen der ersten Einheit 1 und der zweiten Ein-
35 heit 2 erfasst wird. Bei dem Sensor 24 kann es sich um einen beliebigen Nä-
herungssensor, z. B. um einen Hall-Sensor, handeln. Der Sensor 24 sollte so
ausgebildet sein, dass er die Relativstellung der beiden Einheiten 1, 2 we-

1 nigstens in dem angestrebten optimalen Bereich erfasst.

Sofern die Steuerung mit Hilfe des Sensors 24 eine Verlagerung der zweiten
Einheit 2 aufgrund einer am Handgriff 9 wirkenden Betriebskraft feststellt,
5 bewirkt sie durch entsprechendes Ansteuern des Einlassventils 22 oder des
Auslassventils 23 eine Änderung der Steifigkeit der Handgriff-Luftfeder 11.
Dementsprechend verlagern sich der Handgriffkolben 12 und der Handgriff 9
in der gewünschten Weise.

10 Die Steuerung ist in der Lage, einen gewissen Schwankungsbereich zuzulas-
sen, der im Wesentlichen von dem zur Verfügung stehenden Federweg der
Federeinrichtung 5 abhängt.

Die von der Steuerung bestimmte Stellfrequenz des Aktors kann kleiner sein
15 als die Frequenz der in der ersten Einheit erzeugten Schwingung. Dadurch
sind die Anforderungen an die Steuerung und die Bauelemente des Aktors
vergleichsweise gering. Es ist aber auch möglich, die Stellfrequenz des Ak-
tors höher zu wählen als die Schwingungsfrequenz. Dann wäre der Aktor in
der Lage, der Schwingung aktiv entgegenzuwirken. Dies setzt jedoch eine
20 entsprechend schnelle Steuerung und schnelle Ventile 23, 24 voraus.

Figur 5 zeigt einen schematischen Schnitt durch ein Arbeitsgerät mit der er-
findungsgemäßen Vorrichtung zur Schwingungsisolation eines Handgriffs.

25 In Figur 5 wird ein Schnitt durch einen oberen bzw. hinteren, von einem
Werkzeug abgewandten Teil eines als Arbeitsgerät dienenden Schlagham-
mers gezeigt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung eignet sich besonders für handgehaltene
30 Arbeitsgeräte, bei denen Schwingungen oder Stöße erzeugt werden, um die
gewünschte Arbeitswirkung zu erreichen. Hierbei kommt es darauf an, dass
der das Arbeitsgerät führende bzw. haltende Bediener vor den Schwingungen
und Stößen geschützt wird.

35 Ein Schwingungserreger 31 ist in der Figur 5 lediglich schematisch als Ge-
häusekasten dargestellt. Er weist unter anderem z. B. einen Antrieb, wie ei-
nen Elektro- oder Verbrennungsmotor, sowie eine Bewegungswandeleinrich-

1 tung auf. Die Bewegungswandeleinrichtung wandelt die üblicherweise als
Drehbewegung vom Antrieb erzeugte Bewegung in eine für den jeweiligen
Anwendungszweck geeignete langsamere Drehbewegung oder auch oszillie-
5 rende Hin- und Herbewegung um. So ist es z. B. üblich, die Bewegungswan-
deleinrichtung als Getriebe mit einem Kurbeltrieb auszuführen, der ein
Schlagwerk antreibt. Von dem Schlagwerk werden mit Hilfe eines Schlagkol-
bens Stöße erzeugt, die auf ein Werkzeug, z. B. einen Meißel, geleitet wer-
den.

10 Außer dem in Figur 5 gezeigten Schlaghammer eignet sich die Erfindung ty-
pischerweise auch für Bohrhämmer oder Stampfer oder andere Arbeitsgerä-
te, bei denen eine Schwingungsentkopplung des Handgriffs sinnvoll ist.

15 Als Schwingungserreger 31 wird somit der Teil des Arbeitsgeräts bezeichnet,
in dem Vibrationen oder Stöße generiert werden. Der Begriff steht stellver-
tretend für verschiedene Konstellationen, die je nach Typ des Arbeitsgeräts
vom Fachmann gewählt werden können.

20 Der Schwingungserreger 31 ist mit einer in der Figur 5 als Griffhaube aus-
geführten Griffereinrichtung 32 gekoppelt. Die Griffereinrichtung 32 kann den
Schwingungserreger 31 teilweise umgeben, wie in der Figur 5 gezeigt. Sie
kann aber auch räumlich getrennt von dem Schwingungserreger 31 vorgese-
hen sein.

25 Die Griffereinrichtung 32 ist relativ zu dem Schwingungserreger 31 wenigstens
entlang einer Hauptrichtung A beweglich. Hierfür ist eine in der Figur 5
nicht gezeigte, an sich bekannte Führung (z. B. mittels Parallelschwingen)
zwischen der Griffereinrichtung 32 an dem Schwingungserreger 31 vorgese-
hen. Darüber hinaus kann die Griffereinrichtung 32 auch in anderen, von der
30 Haupttrichtung A abweichenden Richtungen relativ zu dem Schwingungserre-
ger 31 beweglich sein, wenn dies technisch nicht verhinderbar oder gar ge-
wünscht ist.

35 An der Griffereinrichtung 32 sind zwei Handgriffe 33 vorgesehen, an denen der
Bediener das Arbeitsgerät halten und führen kann. Für die Gestaltung der
Handgriffe 33 sind ebenfalls zahlreiche Varianten bekannt. Bei einem Bohr-
hammer z. B. kann statt den beiden Handgriffen 33 ein einzelner Handgriff

1 in Form eines Pistolen- oder Spatenhandgriffs zum Einsatz kommen.

An dem Schwingungserreger 31 ist ein Luftfederkolben 34 befestigt. Der Luftfederkolben wird von einem durch einen Teil der Wandung der Griff-
5 einrichtung 32 gebildeten Federzylinder 35 umschlossen, so dass sich in einem Hohlraum zwischen dem Luftfederkolben 34 und dem Federzylinder 35 eine Luftfederkammer 36 ausbildet, die die eigentliche Luftfeder 37 aufnimmt. Es ist erkennbar, dass der Luftdruck in der Luftfeder 37 steigt, wenn die Griff-
10 einrichtung 32 in Richtung A näher an den Schwingungserreger 31 ange- drückt wird. Der Luftfederkolben 34, der Federzylinder 35, die Luftfeder- kammer 36 und die Luftfeder 37 bilden zusammen eine Federeinrichtung 38.

Auf der Oberseite des Luftfederkolbens 34 ist ein elastischer Anschlag 39 vorgesehen, gegen den die Griff- einrichtung 32 anschlagen kann, wenn die in
15 Richtung A ausgeübte Kraft so groß ist, dass die Luftfeder 37 vollständig komprimiert wird bzw. wenn die Luftfeder 37 zu wenig Luft enthält, um eine ausreichende Federwirkung zu gewährleisten. Der elastische Anschlag 39 stellt sicher, dass eine gewisse Schwingungs- isolation der Griff- einrichtung 32 auch dann gewährleistet ist, wenn die Griff- einrichtung 32 über den An-
20 schlag 39 in direktem Kontakt mit dem Luftfederkolben 34 und damit dem Schwingungserreger 31 steht.

An dem Schwingungserreger 31 ist weiterhin ein Pumpkolben 40 vorgese- hen, der von einem als Pumpzylinder 41 dienenden Teil der Wandung der
25 Griff- einrichtung 32 umschlossen ist. Der Pumpzylinder 41 umschließt dem Pumpkolben 40 derart, dass eine Pumpkammer 42 ausgebildet wird. Da- durch wird eine Luftpumpe 43 gebildet.

Über ein Einwegventil bzw. erstes Rückschlagventil 44 kann Luft aus der
30 Umgebung des Arbeitsgeräts in die Pumpkammer 42 einströmen, wenn sich die Griff- einrichtung 32 von dem Schwingungserreger 31 wegbewegt und sich dadurch das Volumen der Pumpkammer 42 vergrößert. Der dabei entstehen- de Unterdruck saugt die Luft über das erste Rückschlagventil 44 in die Pumpkammer 42.

35 Wenn hingegen die Griff- einrichtung 32 in Richtung A gegen den Schwin- gungserreger 31 bewegt wird, verkleinert sich das Volumen der Pumpkam-

1 mer 42, so dass die unter Druck stehende Luft über ein zweites Rückschlag-
ventil 45 und eine Einlassöffnung 46 in die Luftfederkammer 36 einströmen
kann. Eine Rückströmung der Luft in die Umgebung wird durch das erste
Rückschlagventil 44 verhindert. Dadurch wird der Luftdruck in der Luftfe-
5 derkammer 36 vergrößert und die Steifigkeit der Luftfeder 37 erhöht.

Da der Schwingungserreger 31 im Wesentlichen kontinuierliche Schwingun-
gen oder kontinuierlich wiederkehrende Stöße und daraus resultierende
Schwingungen erzeugt, hat der Schwingungserreger 31 die Neigung, sich
10 ständig hin- und herzubewegen. Die vom Bediener gehaltene Griffereinrich-
tung 32 hingegen sollte möglichst ortsfest bleiben. Dadurch entsteht im Be-
trieb des Arbeitsgeräts eine kontinuierliche Relativbewegung zwischen der
Griffereinrichtung 32 und dem Schwingungserreger 31, die mit Hilfe der Luft-
pumpe 43 einen über einen gewissen Zeitraum gemittelt konstanten Luft-
15 strom erzeugt.

Der Zuluftstrom in die Luftfederkammer 36 kommt dann zum Erliegen, wenn
der von der Luftpumpe 43 erzeugte Luftdruck nicht höher ist als der in der
Luftfederkammer 36 herrschende Druck. Dann allerdings hat die Luftfeder
20 37 ihre maximal mögliche Steifigkeit erreicht. Die Luftpumpe 43 und die Fe-
dereinrichtung 38 sind dementsprechend so auszulegen, dass auch bei theo-
retischer Maximalbeanspruchung (maximale, vom Bediener in Richtung A
aufgebrachte Kraft) eine Trennung zwischen der Griffereinrichtung 32 und
dem Schwingungserreger 31 gewährleistet ist, so dass die im Schwingungs-
25 erreger 31 entstehenden Schwingungen nur über die Luftfeder 37, jedoch
nicht über weitere Festkörperkontakte, auch nicht über den Anschlag 39,
auf die Griffereinrichtung 32 übertragen werden können.

In der Wandung der Griffereinrichtung 32 ist eine Auslassöffnung 47 ausgebil-
30 det. Die Auslassöffnung 47 ist derart positioniert, dass sie je nach Relativ-
stellung zwischen der Griffereinrichtung 32 und dem Schwingungserreger 31
von dem als Schieber dienenden Luftfederkolben 34 abgedeckt oder nicht
abgedeckt wird. Wie in der Figur erkennbar, deckt der Luftfederkolben 34
die als Ventilöffnung dienende Auslassöffnung 47 dann ab, wenn die Grif-
35 feinrichtung 32 über einen bestimmten Punkt an den Schwingungserreger
31 angenähert wurde. Dies wird insbesondere dann der Fall sein, wenn der
Bediener mit entsprechend großer Halte- bzw. Andrückkraft in Richtung A

1 drückt.

5 In diesem Fall wird der Luftdruck in der Luftfeder 37 durch die kontinuierliche Zuluft aus der Luftpumpe 43 so lange erhöht, bis die Luftfeder 37 stark genug ist, die Griffeinrichtung 32 gegen die Andrückkraft des Bedieners und damit gegen die Richtung A zurückzudrücken. Dabei wird die Griffeinrichtung 32 so lange zurückbewegt, bis der Luftfederkolben 34 die Auslassöffnung 47 zumindest teilweise wieder freigibt. Dann nämlich kann Luft aus der Luftfeder 37 über die Auslassöffnung 47 in die Umgebung ausströmen, so dass sich der Luftdruck in der Luftfeder 37 wieder vermindert. Durch das Reduzieren des Luftdrucks in der Luftfeder 37 wiederum kann sich die Griff-
10 feinrichtung 32 wieder näher zu dem Schwingungserreger 31 bewegen.

15 Auf diese Weise wird eine als Feder-Regelungseinrichtung dienende Regelung gewährleistet, aufgrund der die Relativstellung zwischen der Griff-
einrichtung 32 und dem Schwingungserreger 31 auch bei sich ändernden äußeren, im Wesentlichen statischen Kräften, wie z. B. der Haltekraft des Bedieners, stets in einem definierten Arbeitsbereich, vorzugsweise sogar in einer Sollstellung, gehalten wird. Die Sollstellung wird meist einer Stellung entsprechen, bei der der Luftfederkolben 34 in der in der Figur gezeigten Weise die Auslassöffnung 47 teilweise abdeckt. Dann wird sich ein Gleichgewicht zwischen dem Zuluftstrom aus der Luftpumpe 43 und dem Abluftstrom über die Auslassöffnung 47 einstellen, so dass die von der Luftfeder 37 erzeugte Federkraft der von außen einwirkenden Kraft entspricht.
20

25 Als Sollstellung für die Regelung der Luftfeder 37 eignet sich besonders eine Mittelstellung, in der etwa gleiche Bewegungswege der Griff-
einrichtung 32 zu dem Schwingungserreger 31 hin und von dem Schwingungserreger 31 weg gewährleistet sind. Dadurch kann der Schwingungserreger 31 gut relativ zu der Griff-
einrichtung 32 schwingen.
30

Die Regelung der Luftfeder 37 weist eine gewisse, gewollte Trägheit auf. Insbesondere sind die Schwingungsfrequenzen des Schwingungserregers deutlich größer als die Frequenzen der Regelungsgeschwindigkeit, so dass die Schwingungen keine oder eine nur vernachlässigbare Änderung der Federsteifigkeit der Luftfeder 37 bewirken. Die Federeigenschaften werden somit vorwiegend bzw. ausschließlich durch die von außen auf die Griff-
35 einrichtung 32

1 32 und damit den Schwingungserreger 31 wirkende Kraft, vor allem durch die Haltekraft des Bedieners, verändert.

5 Dementsprechend kompensiert die Luftfeder 37 die höherfrequenten Schwingungen des Schwingungserregers 31, so dass eine wirkungsvolle Schwingungsisolierung der Griffereinrichtung 32 stattfindet.

10 Bei einer anderen, in der Figur 5 nicht gezeigten Ausführungsform der Erfindung ist der Abluftstrom aus der Luftfeder 37 konstant, während der Zuluftstrom von der Luftpumpe entsprechend gesteuert bzw. geregelt ist, um die gewünschte Veränderung der Federeigenschaften der Luftfeder 37 zu erreichen.

15 Bei einer wiederum anderen Ausführungsform ist es möglich, sowohl den Zuluftstrom als auch den Abluftstrom zu regeln.

20 Anstelle der oben beschriebenen Luftpumpe sind auch andere Lösungen denkbar, mit denen Luft mit einem bestimmten Druckwert erzeugt werden kann. So ist es z. B. möglich, die Druckluft direkt im Schwingungserreger 31, z. B. von dem dort vorgesehenen Antrieb, zu erzeugen. Dazu eignen sich z. B. entsprechende Lüfterräder.

25 Bei einer anderen Variante ist zwischen dem Schwingungserreger 31 und der Griffereinrichtung 32 ein beweglicher Massenschwinger angeordnet, der durch die Schwingungen des Schwingungserregers hin- und herbewegt wird.

30 Selbstverständlich kann die Zuordnung der zu der Federeinrichtung 38 und der Luftpumpe 43 gehörenden Bauelemente zu der Griffereinrichtung 32 und dem Schwingungserreger 31 auch einfach vertauscht werden. Die erzielbare Wirkung bleibt unverändert.

35 Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Luftfeder 37 im Leerlauf des Arbeitsgeräts eine erhöhte Steifigkeit aufweist. Insbesondere bei dem in der Figur 5 gezeigten Hammer besteht beim Ansetzen an eine neue Bohrstelle die Gefahr, dass der Hammer von der Ansetzstelle wegspringt. Wenn die Luftfeder 37 im Leerlaufbetrieb entsprechend steif ist, kann der Bediener den Hammer besser führen und die Anbohrung vornehmen. Dazu kann z. B. der Luftfe-

1 derkolben 34 so gestaltet werden, dass er in einer Relativstellung, bei der
die Griffleinrichtung 32 weit entfernt, also zurückgeschoben zu dem Schwin-
gungserreger 31 steht, die Auslassöffnung 47 abdeckt. Erst beim Andrücken
5 der Griffleinrichtung 32 gegen den Schwingungserreger 31 gibt der Luftfeder-
kolben 4 die Auslassöffnung 47 frei, so dass die Steifigkeit der Luftfeder 37
zunächst deutlich reduziert wird. Dadurch kann die Griffleinrichtung 32 in
die gewünschte Sollstellung (z. B. Mittelstellung) gelangen, bevor der Luftfe-
derkolben 34 die Auslassöffnung 47 wieder in der oben beschriebenen Weise
10 verschließt. Um diese Ansteuerung zu realisieren, können in Seitenwänden
des Luftfederkolbens 34 entsprechende Steuernuten vorgesehen sein, die je
nach Relativstellung die Luftfeder 37 mit der Auslassöffnung 47 verbinden.

Dadurch, dass die Haltekraft des Bedieners, insbesondere die Andrückkraft
und die vom Arbeitsgerät verursachte und vom Bediener zu haltende Ge-
15 wichtskraft ausgeregelt werden, kann der Arbeitspunkt der Federkennlinie
der Luftfeder 37 stets in einem Bereich gehalten werden, der ein größtmög-
liches Schwingen des Schwingungserregers 31 relativ zu der Griffleinrichtung
32 zulässt. Dadurch werden die Schwingungen und Stöße wirksam von der
Griffleinrichtung 32 isoliert.

20 Generell besteht das Problem, dass bei einer Frischluftzufuhr über das
Rückschlagventil 44 Staub und Verschmutzungen in das Innere des Geräts,
insbesondere in die Luftpumpe 43, eine entsprechende alternative Luftdruk-
kerzeugungseinrichtung oder in die Luftfeder 37 selbst gelangen kann. Um
25 dies zu vermeiden, ist es anzustreben, die Luft, die die Luftfeder 37 über die
Auslassöffnung 47 verlassen hat, in einem geschlossenen Kreislauf der Luft-
pumpe 43 bzw. einer anderen Luftdruckerzeugungseinrichtung zuzuführen,
wodurch die Luft dann wieder in die Luftfeder 37 gepumpt werden kann. Auf
diese Weise wird eine Luftrückführung erreicht, bei der lediglich die durch
30 Leckverluste entwichene Luft ersetzt werden muss. Im Wesentlichen kann
aber durch die Rückführung immer wieder die gleiche Luft für die Luftfeder
37 verwendet werden.

Ein erfindungsgemäßes Arbeitsgerät weist somit eine zwischen der vibrieren-
35 den ersten Einheit und der ruhig zu stellenden zweiten Einheit (z. B. Hand-
griff) eine Luftfeder auf. Die Federeigenschaften der Luftfeder können in vor-
teilhafter Weise dadurch verändert werden, dass der Füllungsgrad der Luftfe-

- 32 -

1 der bzw. der Luftdruck in der Luftfeder verändert werden können. Dafür
wurden oben Vorschläge für Luftdruckerzeugungseinrichtungen sowie für
Federregelungseinrichtungen beschrieben. In besonders vorteilhafter Weise
kann entweder der Antrieb des Arbeitsgeräts, z. B. über einen Antriebskol-
5 ben des Luftfederschlagwerks, die erforderliche Luftdruckerzeugung ermögli-
chen. Alternativ dazu kann die schwingende Relativbewegung zwischen der
ersten und der zweiten Einheit genutzt werden, um daraus eine Pumpbewe-
gung für die Förderung der Luft und die Drucklufterzeugung abzuleiten. Ins-
besondere über einfache mechanische Regeleinrichtungen ist es möglich,
10 den Luftdruck in der Luftfeder bzw. deren Luftfüllung stets den Gegebenhei-
ten, also vor allem der vom Bediener aufgebrauchten Andrückkraft, anzupas-
sen.

15

20

25

30

35

1 Patentansprüche

1. Handgehaltenes Arbeitsgerät, mit

- einer im Betrieb durch eine Schwingung angeregten ersten Einheit (1);

5 - einer gegenüber der ersten Einheit (1) wenigstens in einer Arbeitsrichtung (Λ) relativ beweglichen zweiten Einheit (2); und mit

- einer wirkungsmäßig zwischen der ersten (1) und der zweiten Einheit (2) angeordneten Schwingungsisoliereinrichtung (3);

wobei die Schwingungsisoliereinrichtung (3) wenigstens einen Aktor (4) zum Erzeugen einer Stellkraft aufweist, mit der eine in der Arbeitsrichtung (A) zwischen der ersten (1) und der zweiten (2) Einheit wirkende Betriebskraft wenigstens teilweise kompensierbar ist;

dadurch gekennzeichnet, dass der Aktor (4) pneumatisch betrieben wird und eine Handgriff-Luftfeder (11) aufweist.

15

2. Arbeitsgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- das Arbeitsgerät ein Bohr- und/oder Schlaghammer ist;

- die zweite Einheit (2) einen Handgriff (9) aufweist;

- in der ersten Einheit (1) ein Luftfederschlagwerk vorgesehen ist, mit einem von einem Motor angetriebenen Antriebskolben (7) zum Antreiben eines Schlagkolbens mittels einer zwischen dem Antriebskolben (7) und dem Schlagkolben erzeugbaren Luftfeder (8); und dass

- der Antriebskolben (7) zum Erzeugen von Druckluft zum Speisen des Aktors (4) ausgebildet ist.

25

3. Arbeitsgerät nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aktor (4) einen von dem Antriebskolben (7) mit Druckluft befüllbaren Druckluftspeicher (10) aufweist.

30 4. Arbeitsgerät nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- der Aktor (4) den Druckluftspeicher (10), eine Ventileinrichtung (13, 14; 22, 23), die Handgriff-Luftfeder (11) und einen Handgriffkolben (12) aufweist;

- der Druckluftspeicher (10) über die Ventileinrichtung (13, 14; 22, 23) mit der Handgriff-Luftfeder (11) verbindbar ist; und dass

- die Handgriff-Luftfeder (11) auf den Handgriffkolben (12) wirkt, der mit dem Handgriff (9) verbunden ist.

- 1 5. Arbeitsgerät nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die
Ventileinrichtung (13, 14; 22, 23) derart ausgebildet ist, dass, wenn der
Handgriffkolben (12) ein die Handgriff-Luftfeder (11) umschreibendes Volu-
men über ein vorgegebenes Maß verkleinert, Druckluft aus dem Druckluft-
5 speicher (10) in die Handgriff-Luftfeder (11) nachführbar ist, um das vorge-
gebene Maß für das Volumen der Handgriff-Luftfeder (11) wieder zu errei-
chen.
- 10 6. Arbeitsgerät nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Ventileinrichtung ein Auslassventil (14) aufweist zum Auslassen
von Druckluft aus der Handgriff-Luftfeder (11), wenn das Volumen der
Handgriff-Luftfeder (11) aufgrund einer Verlagerung des Handgriffkolbens
(12) einen vorgegebenen Maximalwert übersteigt.
- 15 7. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekenn-
zeichnet**, dass ein Sensor (24) vorgesehen ist, zum Bestimmen der Relativ-
stellung der ersten (1) und der zweiten Einheit (2).
- 20 8. Arbeitsgerät nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- der Sensor (24) und die Ventileinrichtung (22, 23) mit einer Steue-
rung verbunden sind; und dass
- die Ventileinrichtung (22, 23) durch die Steuerung derart ansteuer-
bar ist, dass in der Handgriff-Luftfeder (11) ein derartiger Druckluftzustand
herrscht, dass die von dem Sensor (24) erfassten Relativstellungen (1) der
25 ersten und der zweiten Einheit (2) in einem vorgegebenen Schwankungsbe-
reich gehalten werden.
- 30 9. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekenn-
zeichnet**, dass parallel zu dem Aktor (4) zwischen der ersten (1) und der
zweiten Einheit (2) eine Federeinrichtung (5) angeordnet ist.
- 35 10. Arbeitsgerät nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die
Federeinrichtung (5) eine weichere Federkennlinie als der Aktor (4) auf-
weist.
11. Arbeitsgerät nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die
Federeinrichtung (5) eine Federsteifigkeit aufweist, die wenigstens so groß

- 35 -

- 1 ist, dass durch die Federeinrichtung (5) die Bewegung einer Amplitude der Schwingung aufnehmbar ist, ohne dass ein Blocksetzen der Federeinrichtung auftritt.
- 5 12. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die von dem Aktor (4) erzeugte Stellkraft zyklisch veränderbar ist, wobei die Änderung mit der gleichen Frequenz erfolgt, mit der sich der Antriebskolben (7) bewegt.
- 10 13. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine maximale Stellfrequenz des Aktors (4) kleiner ist als eine Frequenz der in der ersten Einheit (1) erzeugten Schwingung.
- 15 14. Arbeitsgerät nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 4 bis 13, jedoch nicht rückbezogen auf die Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine von einem Motor des Arbeitsgeräts angetriebene Druckluftherzeugungseinrichtung vorgesehen ist, zum Erzeugen von Druckluft für den Aktor (4).
- 20 15. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stellkraft des Aktors (4) derart einstellbar ist, dass ein Schwankungsbereich für die durch unterschiedliche Betriebskräfte verursachten Relativstellungen zwischen der ersten (1) und der zweiten Einheit (2) sichergestellt ist, der kleiner als ein Schwankungsbereich ist, den die
- 25 Relativstellungen zwischen der ersten (1) und der zweiten Einheit (2) bei ebenso unterschiedlichen Betriebskräften, jedoch ohne die Kompensationswirkung der Stellkraft des Aktors (4) erreichen würden.
- 30 16. Vorrichtung zur Schwingungsisolation eines Handgriffs bei einem Arbeitsgerät, mit
- einem Schwingungserreger (31) in dem Arbeitsgerät;
 - einer relativ zu dem Schwingungserreger (31) wenigstens entlang einer Hauptrichtung (A) beweglichen Griffeinrichtung (32); und mit
 - einer zwischen dem Schwingungserreger (31) und der Griffeinrichtung (32) wirkenden Schwingungsentkopplungseinrichtung, die eine Feder-
- 35 einrichtung (37) aufweist, über die wenigstens ein Teil der zwischen der Griffereinrichtung (32) und dem Schwingungserreger (31) wirkenden Kräfte

- 36 -

1 übertragen werden;
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Federeinrichtung eine zwischen der Griffereinrichtung (32) und
dem Schwingungserreger (31) wirkende Luftfeder (37) aufweist; und dass
5 - die Schwingungsentkopplungseinrichtung eine Feder-Regelungsein-
richtung (34, 47) aufweist, zum Verändern der Federsteifigkeit und/oder
der Vorspannung der Federeinrichtung (37) in Abhängigkeit von einer in
der Hauptrichtung (A) zwischen der Griffereinrichtung (32) und dem Schwin-
gungserreger (31) wirkenden Kraft oder in Abhängigkeit von einer der wir-
10 kenden Kraft entsprechenden Relativstellung der Griffereinrichtung (32) zu
dem Schwingungserreger (31).

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
zwischen der Griffereinrichtung (32) und dem Schwingungserreger (31) wir-
15 kende Kraft im Wesentlichen eine von einem Bediener auf die Griffereinrich-
tung (32) in der Hauptrichtung (A) ausgeübte Haltekraft ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Relativstellung der Griffereinrichtung (32) zu dem Schwingungserre-
20 ger (31) durch die Feder-Regelungseinrichtung (34, 47) im Zusammenspiel
mit der wirkenden Kraft in einem vorbestimmten Arbeitsbereich gehalten
wird.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
25 Federeinrichtung (37) durch die Feder-Regelungseinrichtung (34, 47) derart
ansteuerbar ist, dass die Griffereinrichtung (32) auch bei einer sich ändern-
den Kraft zwischen der Griffereinrichtung (32) und dem Schwingungserreger
(31) im Wesentlichen in einer einer vorbestimmten Relativstellung entspre-
chenden Sollstellung in dem Arbeitsbereich gehalten wird.

30 20. Vorrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
Sollstellung eine Mittelstellung in dem Arbeitsbereich ist, und dass die
Griffereinrichtung (32) von der Mittelstellung aus über im Wesentlichen
gleich lange Bewegungsstrecken zu jeweiligen Endstellungen bewegbar ist.

35 21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** die Federeinrichtung (37) durch die Feder-Regelungsein-

- 37 -

1 richtung (34, 47) derart ansteuerbar ist, dass die Federeinrichtung (37) in
einem Leerlaufbetrieb, in dem die zwischen der Griffereinrichtung (32) und
dem Schwingungserreger (31) wirkende Kraft unter einem vorgegebenen
Grenzwert liegt, eine erhöhte Steifigkeit aufweist.

5

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 21, **dadurch gekenn-**
zeichnet, dass die Steifigkeit der Federeinrichtung (37) in einem Arbeitsbe-
trieb, in dem die zwischen der Griffereinrichtung (32) und dem Schwingungs-
erreger (31) wirkende Kraft über einem vorgegebenen Grenzwert liegt, durch
10 die Feder-Regelungseinrichtung (34, 47) derart reduzierbar ist, dass die
Griffereinrichtung (32) in der Sollstellung des Arbeitsbereichs steht.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 22, **dadurch gekenn-**
zeichnet, dass die Luft für die Luftfeder (37) durch eine Luftpumpe (43) be-
15 reitgestellt wird.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die
Luftpumpe (43) von einem Antriebsmotor des Arbeitsgeräts betrieben wird.

20 25. Vorrichtung nach Anspruch 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Luftpumpe (43) durch die oszillierende Relativbewegung zwischen
der Griffereinrichtung (32) und dem Schwingungserreger (31) betrieben wird.

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 25, **dadurch gekenn-**
25 **zeichnet**, dass

- die Luftpumpe (43) eine zwischen der Griffereinrichtung (32) und dem
Schwingungserreger (31) vorgesehene Pumpkammer (42) aufweist, deren
Volumen sich in Folge der oszillierenden Relativbewegung ständig ändert;
- über ein erstes Rückschlagventil (44) Luft aus der Umgebung in die
30 Pumpkammer (42) einströmen kann, wenn sich das Volumen der Pump-
kammer (42) vergrößert; und dass
- die Luft über ein zweites Rückschlagventil (45) aus der Pumpkammer
(42) in eine Luftfederkammer (36) förderbar ist, in der sich die Luftfeder
(37) ausbildet, wenn sich das Volumen der Pumpkammer (42) verringert.

35

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 26, **dadurch gekenn-**
zeichnet, dass der Zuluftstrom von der Luftpumpe (43) zur Luftfeder (37),

1 gemittelt über einen bestimmten Zeitabschnitt, im Wesentlichen konstant
ist, und dass die Feder-Regelungseinrichtung eine Ventileinrichtung (34,
47) aufweist, durch die der Abluftstrom aus der Luftfeder (37) in Abhängig-
keit von der Relativstellung der Griffereinrichtung (32) regelbar ist.

5

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass die
Ventileinrichtung eine Ventilöffnung (47) aufweist, die offenbar ist, wenn
die Griffereinrichtung (32) von dem Schwingungserreger (31) weiter entfernt
ist, und die wenigstens teilweise verschließbar ist, wenn die Griffereinrich-
10 tung (32) unter Einwirkung der Kraft dem Schwingungserreger (31) in der
Haupttrichtung (A) angenähert wird, insbesondere wenn die Griffereinrichtung
(32) über die Mittelstellung des Arbeitsbereichs dem Schwingungserreger
(31) angenähert ist.

15 29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 28, **dadurch gekenn-
zeichnet**, dass

- die Luftfeder (37) in einer Luftfederkammer (36) ausgebildet ist;
- die Ventilöffnung (47) in einer Wandung der Luftfederkammer (36)
vorgesehen ist;
- 20 - die Ventileinrichtung einen relativ zu der Ventilöffnung (47) bewegba-
ren Schieber (34) aufweist;
- die Ventilöffnung (47) entweder mit der Griffereinrichtung (32) oder mit
dem Schwingungserreger (31) und demgegenüber umgekehrt der Schieber
(34) mit dem Schwingungserreger (31) oder mit der Griffereinrichtung (32) be-
25 wegbar ist;
- die Ventilöffnung (47) von dem Schieber (34) nicht abgedeckt wird,
wenn die Griffereinrichtung (32) von dem Schwingungserreger (31) weiter ent-
fernt ist, als es der Sollstellung entspricht; und dass
- die Ventilöffnung (47) von dem Schieber (34) abgedeckt wird, wenn
30 die Griffereinrichtung (32) von dem Schwingungserreger (31) näher entfernt
ist, als es der Sollstellung entspricht.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 26, **dadurch gekenn-
zeichnet**, dass die Feder-Regelungseinrichtung eine Ventileinrichtung auf-
weist, durch die der Zuluftstrom zu der Luftfeder (37) in Abhängigkeit von
der Relativstellung der Griffereinrichtung regelbar ist, und dass der Abluft-
strom aus der Luftfeder (37) im Wesentlichen konstant ist.

35

- 39 -

- 1 31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Griffereinrichtung (32) wenigstens einen Handgriff (33) aufweist.
- 5 32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Griffereinrichtung (32) und dem Schwingungserreger (31) ein elastischer Anschlag (39) vorgesehen ist, derart, dass wenigstens ein Teil der zwischen der Griffereinrichtung (32) und dem Schwingungserreger (31) wirkenden Kraft über den Anschlag (39) übertragen wird,
- 10 wenn die Federsteifigkeit der Federeinrichtung (37) nicht ausreicht, um die gesamte Kraft zu übertragen.
- 15 33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Federeinrichtung eine Luftfeder (37) aufweist, und dass die Luft für die Luftfeder (37) aus einem Luftspeicher zuführbar ist.
- 20 34. Vorrichtung nach Anspruch 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus der Luftfeder (37) abgelassene Luft in den Luftspeicher rückführbar ist.
- 25 35. Arbeitsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 15 mit einer Vorrichtung zur Schwingungsisolaton nach einem der Ansprüche 16 bis 34.
- 30
- 35

1/5

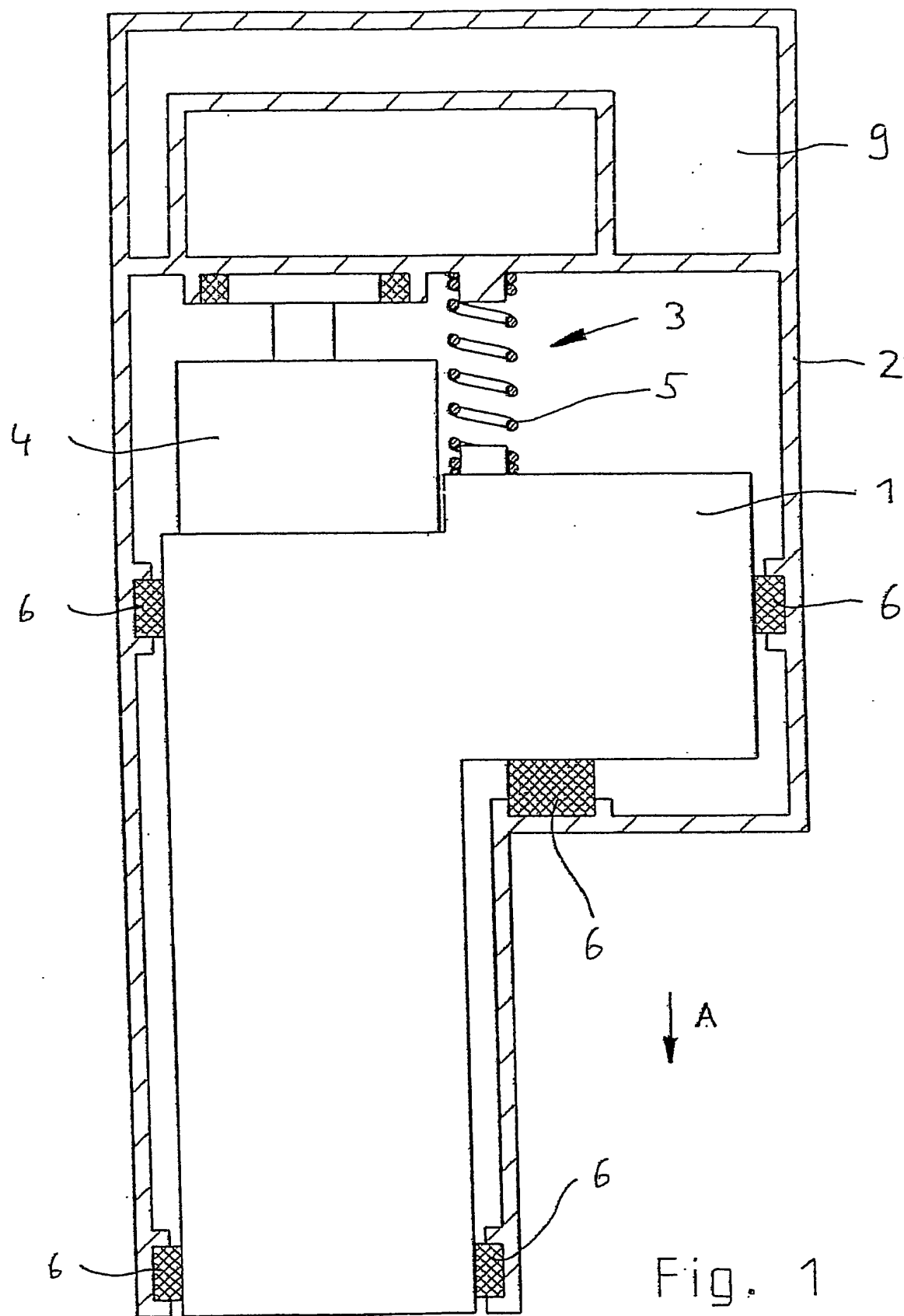
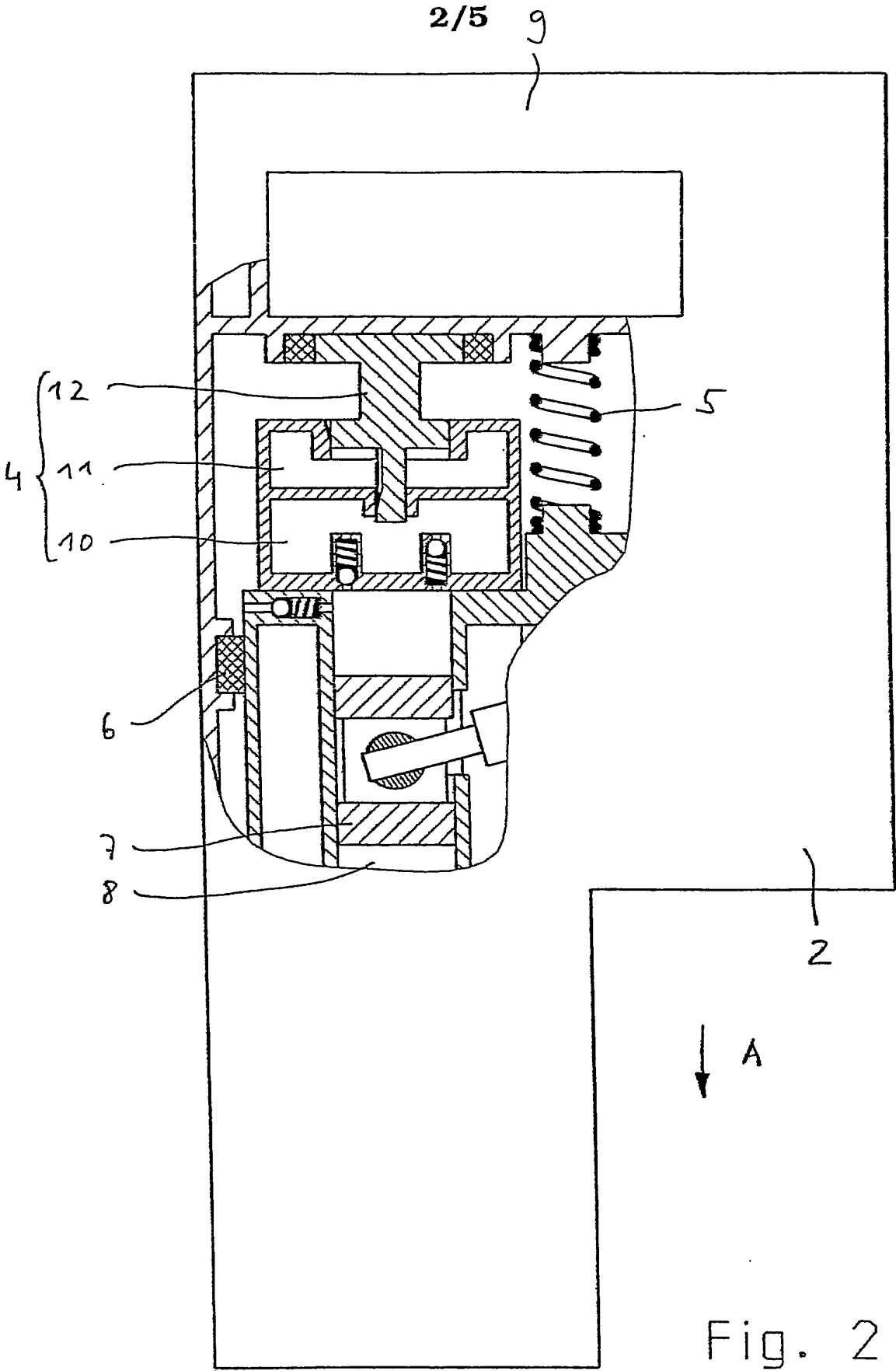


Fig. 1



3/5

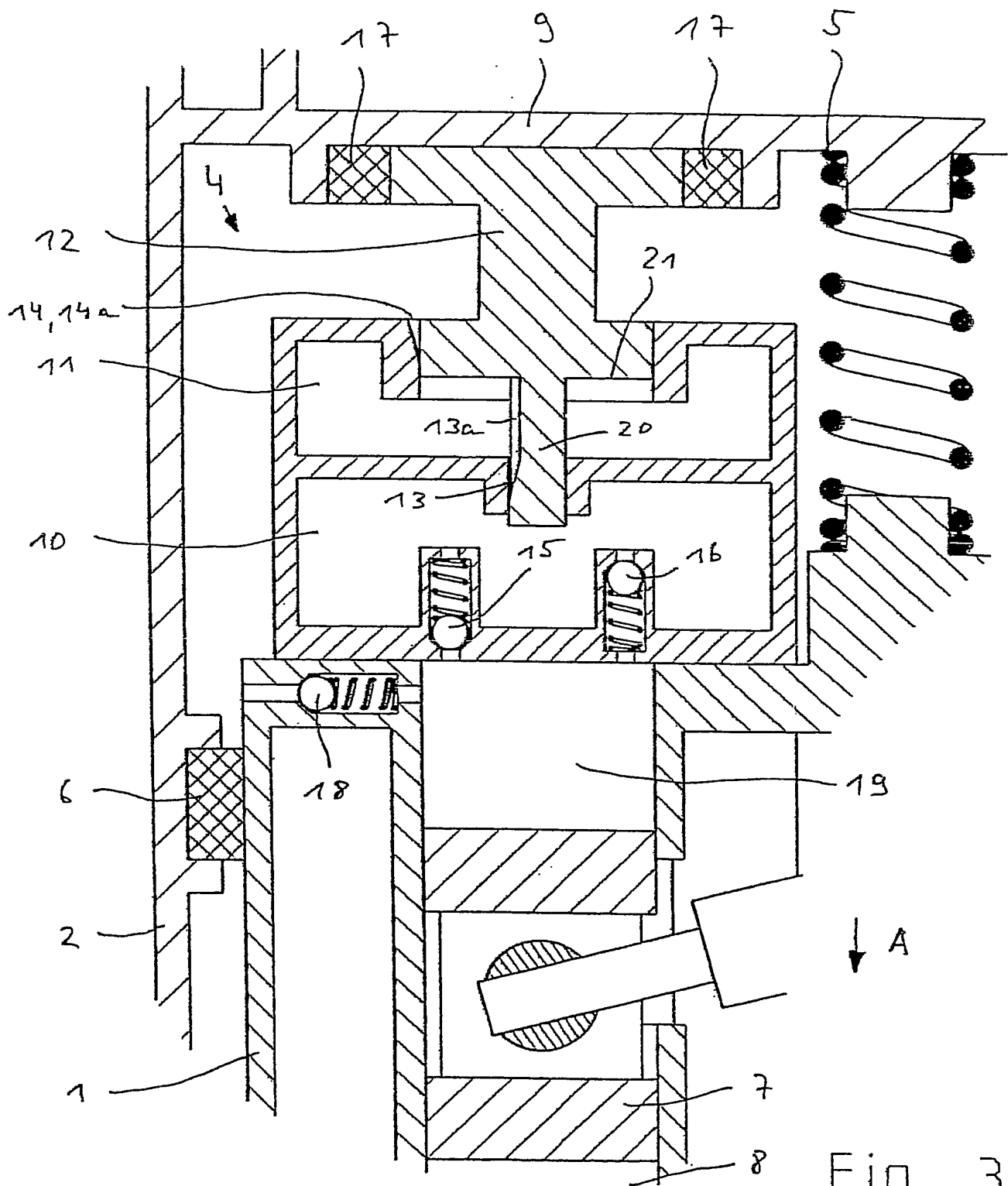
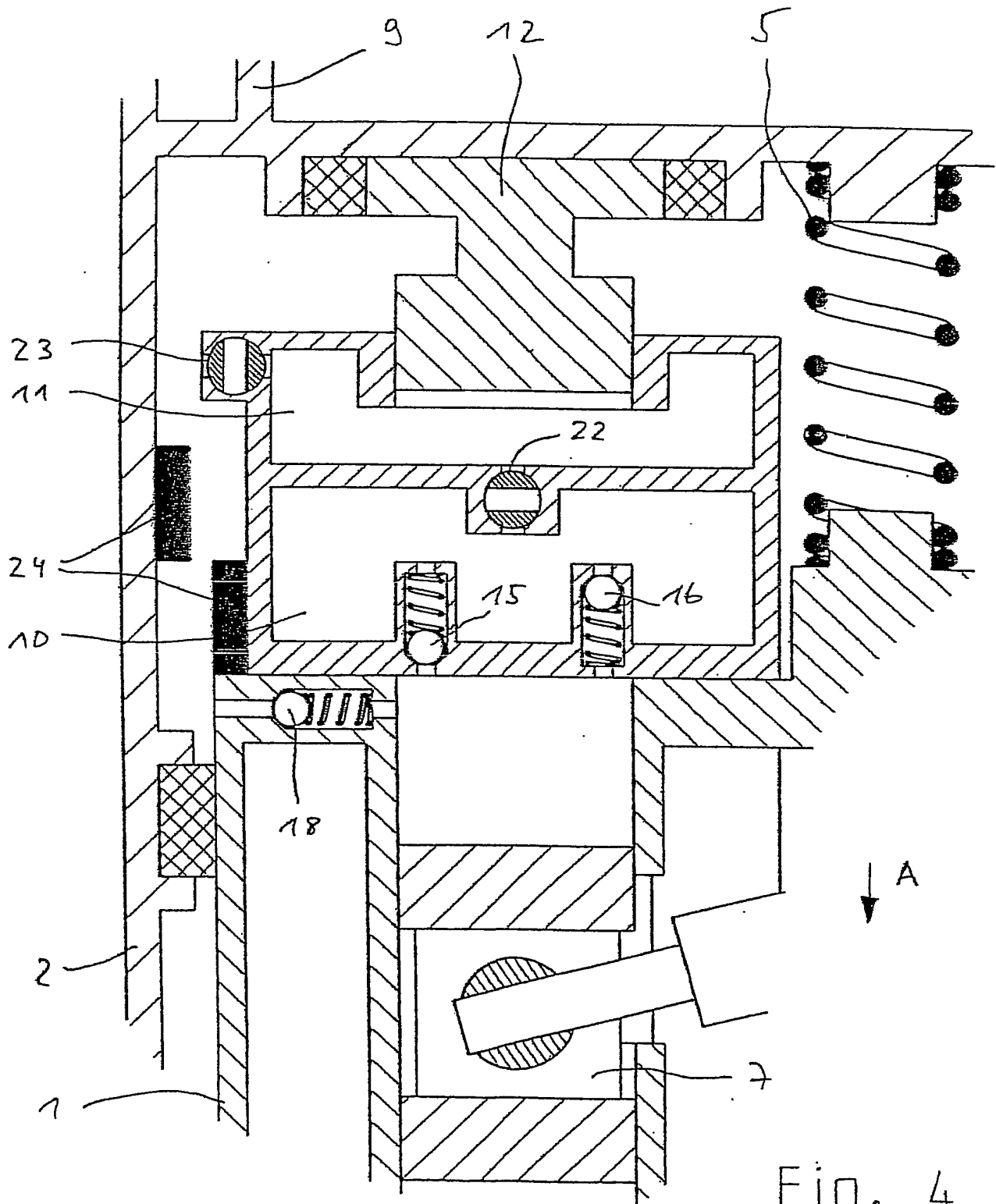


Fig. 3

4/5



5/5

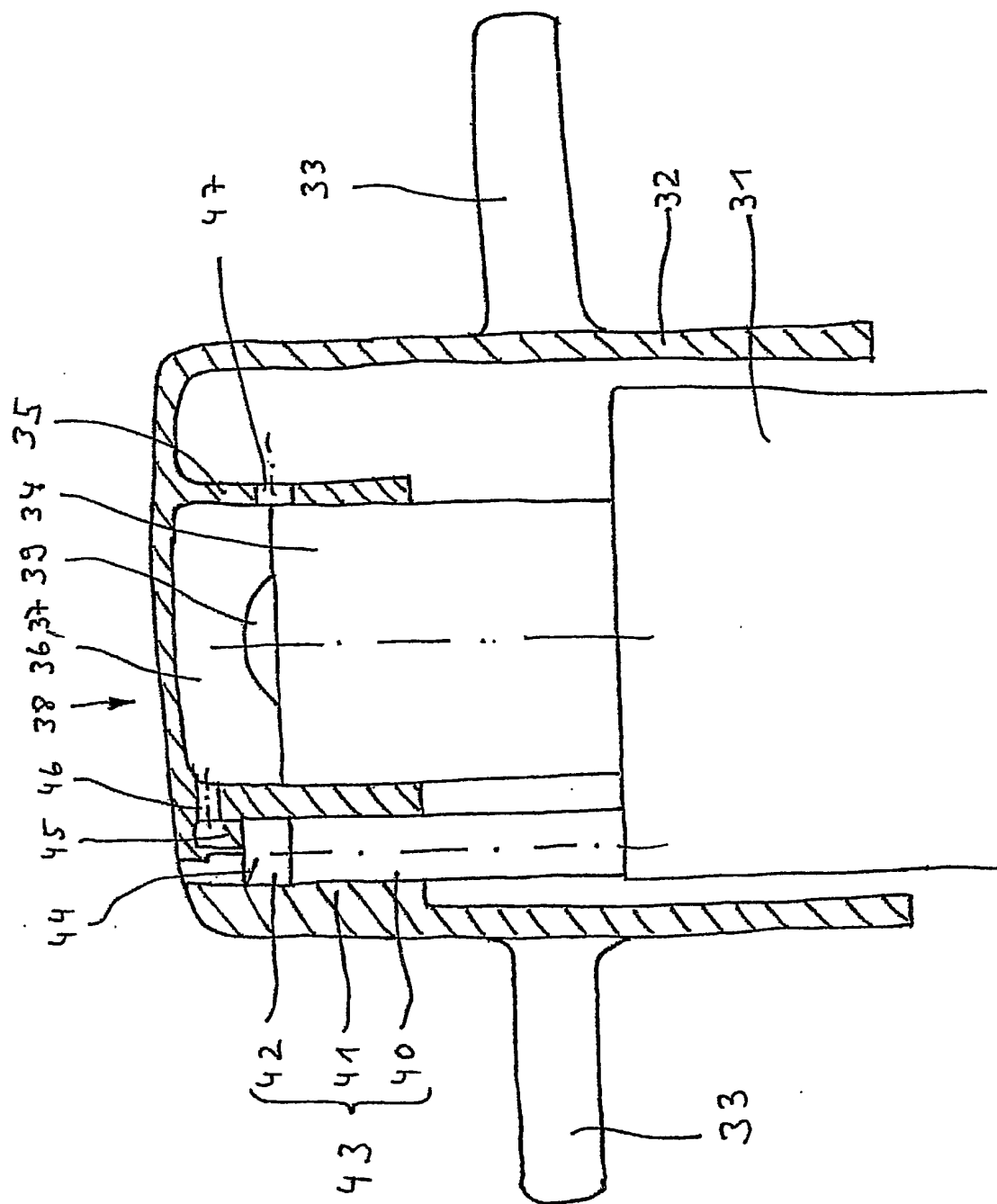


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/007743

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B25D17/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B25D F16F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 101 58 266 A (BOSCH GMBH ROBERT) 26 June 2003 (2003-06-26) paragraphs '0011!, '0020!, '0026!; figures 2,3	1,7-11, 13-24, 26-35
A	US 2002/014814 A1 (YASUDA MASASHI) 7 February 2002 (2002-02-07) paragraphs '0089!, '0151!, '0170!	1,7-11, 13-24, 26-35
A	EP 1 201 958 A (DELTA TOOLING CO LTD) 2 May 2002 (2002-05-02) paragraph '0003!	1,7-11, 13-24, 26-35
A	DE 101 38 123 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27 February 2003 (2003-02-27)	32

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *8* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 October 2004

Date of mailing of the international search report

18/11/2004

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fiorani, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/007743

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10158266	A	26-06-2003	DE 10158266 A1	26-06-2003
			GB 2382856 A , B	11-06-2003
			JP 2003170370 A	17-06-2003
US 2002014814	A1	07-02-2002	JP 2001317585 A	16-11-2001
			JP 2002035696 A	05-02-2002
			JP 2002039261 A	06-02-2002
EP 1201958	A	02-05-2002	JP 2002206594 A	26-07-2002
			CN 1350939 A	29-05-2002
			EP 1201958 A2	02-05-2002
			US 2002050671 A1	02-05-2002
DE 10138123	A	27-02-2003	DE 10138123 A1	27-02-2003
			CN 1460049 T	03-12-2003
			WO 02083369 A1	24-10-2002
			EP 1404493 A1	07-04-2004
			JP 2004518553 T	24-06-2004
			US 2003132016 A1	17-07-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/007743

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B25D17/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B25D F16F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 101 58 266 A (BOSCH GMBH ROBERT) 26. Juni 2003 (2003-06-26) Absätze '0011!, '0020!, '0026!; Abbildungen 2,3	1,7-11, 13-24, 26-35
A	US 2002/014814 A1 (YASUDA MASASHI) 7. Februar 2002 (2002-02-07) Absätze '0089!, '0151!, '0170!	1,7-11, 13-24, 26-35
A	EP 1 201 958 A (DELTA TOOLING CO LTD) 2. Mai 2002 (2002-05-02) Absatz '0003!	1,7-11, 13-24, 26-35
A	DE 101 38 123 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27. Februar 2003 (2003-02-27)	32

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. Oktober 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/11/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Fiorani, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/007743

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10158266 A	26-06-2003	DE 10158266 A1	26-06-2003
		GB 2382856 A ,B	11-06-2003
		JP 2003170370 A	17-06-2003
US 2002014814 A1	07-02-2002	JP 2001317585 A	16-11-2001
		JP 2002035696 A	05-02-2002
		JP 2002039261 A	06-02-2002
EP 1201958 A	02-05-2002	JP 2002206594 A	26-07-2002
		CN 1350939 A	29-05-2002
		EP 1201958 A2	02-05-2002
		US 2002050671 A1	02-05-2002
DE 10138123 A	27-02-2003	DE 10138123 A1	27-02-2003
		CN 1460049 T	03-12-2003
		WO 02083369 A1	24-10-2002
		EP 1404493 A1	07-04-2004
		JP 2004518553 T	24-06-2004
		US 2003132016 A1	17-07-2003